

**INFORME
FINAL**

REGLAMENTACIÓN POR USOS DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO PASTO FASE I

REGLAMENTACIÓN POR USOS DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO PASTO FASE I

LUIS FERNANDO GAVIRIA T.
Rector Universidad Tecnológica de Pereira

JUAN MAURICIO CASTAÑO ROJAS
Ing. Químico, M.Sc., Ph.D.
Coordinador del proyecto

JUAN CAMILO BERRIO CARVAJAL
Adm. Ambiental. M.Sc.

NORMA LILI CASTRO GIRALDO
Adm. Ambiental

VANESSA CALDERÓN GARCÍA
Adm. Ambiental.

CHRISTIAN CAMILO MARTINEZ GONZÁLEZ
Ing. Ambiental. M.Sc.

ALEJANDRO HERRERA GONZALEZ
Adm. Ambiental.

STEPHANIA SUÁREZ GRAJALES
Adm. Ambiental.

Diseño y Diagramación
Recursos Informáticos y Educativos -CRIE
Universidad Tecnológica de Pereira

HUGO MARTIN MIDEROS LÓPEZ
Director CORPONARIÑO

Subdirectora de conocimiento y evaluación ambiental
MARÍA NATHALIA MORENO SANTANDER

Supervisor
ANDRÉS RICARDO SANTACRUZ MALLAMA

Equipo técnico

ERIKA SILVANA NARVÁEZ CHALIAL
DALILA NATALIA PÉREZ HERNÁNDEZ
ANGELA YULIETH GUERRERO ORTIZ
EDID ROCIO RINCÓN MUÑOZ
BRYAN ALEXANDER GÓMEZ RAZA
CHRISTIAN CAMILO LÓPEZ LÓPEZ
BRAYAN JULIÁN TORRES
YELINE ISABEL CASTRO

Pereira 2020

TABLA DE CONTENIDO DOCUMENTO DE REGLAMENTACIÓN

1. INTRODUCCION	17
2. GLOSARIO	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4. LOCALIZACIÓN	19
5. METODOLOGÍA	21
5.1 Aspectos socioeconómicos generales	21
5.1.1 Aspectos demográficos	21
5.1.2 Sectores Productivos en la Cuenca	23
5.1.3 Servicios públicos	23
5.2 Estrategias de participación	23
5.2.1 Caracterización de actores – Metodología Análisis de Redes Sociales (ARS)	23
5.2.1.1 Elaboración de listado de actores	24
5.2.1.2 Entrevista estructurada	24
5.2.1.3 Generación de Matriz de adyacencia	24
5.2.1.4 Generación de grafos, métricas de análisis	24
5.2.2 Taller: Definición de Incertidumbres estrategias XLRM	25
5.2.3 Taller: presentación de resultados preliminares	25
5.3 Diagnóstico	25
5.3.1 Características físicas de la cuenca y sus afluentes priorizados	25
5.3.1.1 Hidrografía, codificación y sectorización hidrográfica de la cuenca	25
5.3.2 Morfometría	30
5.3.2.1 Características morfométricas de la cuenca	30
5.3.2.2 Características de la Red de Drenaje	30
5.3.3 Zonas Climáticas	30
5.3.4 Hidroclimatología	30
5.3.4.1 Análisis de información disponible	30
5.3.4.2 Selección de estaciones para análisis	30
5.3.4.3 Imputación de datos faltantes	31
5.3.4.4 Análisis estadístico y geoestadístico de datos	31
5.3.5 Oferta	32
5.3.5.1 Modelo Lluvia Escorrentía	32
5.3.5.2 Clima	34
5.3.5.3 Coberturas	34
5.3.5.4 Calibración y verificación	34
5.3.5.5 Oferta hídrica en la cuenca y sus afluentes priorizados	35
5.3.6 Demanda	35
5.3.6.1 Demanda de Agua Uso Doméstico	37
5.3.6.2 Demanda de Agua Uso Pecuario	38
5.3.6.3 Demanda de Agua Uso Agrícola	39
5.3.6.4 Demanda de Agua Uso Industrial	40
5.3.6.5 Caudales Ambientales	40
5.3.6.6 Caracterización de usuarios de recurso hídrico en la cuenca VC	40
5.3.6.6.1 Distribución de usuarios por tipo de demanda	41
5.3.6.6.2 Conflictos por uso del agua en la cuenca	41
5.3.6.6.3 Priorización de Usuarios	41
5.3.6.6.4 Distribución actual del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados	41
5.3.7 Balance Hídrico	41
5.3.7.1 Modelo conceptual	42

5.3.7.2 Nodos y módulos de Demanda	42
5.3.7.3 Puntos de interés	42
5.3.7.4 Unidades de análisis Hidrológico – Catchments	42
5.3.8 Indicadores	43
5.3.8.1 Análisis de coberturas de la demanda	43
5.3.8.2 Índice de usos del Agua – IUA, cuenca río Pasto	43
5.3.8.3 Índice de Regulación Hídrica – IRH, cuenca río Pasto	44
5.3.8.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH, cuenca río Pasto	45
5.4 Prospectiva	46
5.4.1 Escenarios de Modelación (Metodología XLRM)	46
5.4.1.1 Objetivo general del taller XLRM	47
5.4.1.2 Objetivos específicos	47
5.4.1.3 Presentación	47
5.4.2 Automatización	47
5.4.3 Resultados del modelo	47
5.4.4 Análisis de escenarios	48
5.4.5 Estrategias	49
5.4.6 Priorización de estrategias	49
5.5 Reglamentación	50
5.5.1 Distribución del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados y lineamientos técnicos para modificación de actos administrativos de concesiones de agua	50
6. RESULTADOS	51
6.1 Aspectos socio económicos generales	51
6.1.1 Aspectos demográficos	51
6.1.2 Sectores Productivos en la Cuenca	52
6.1.3 Servicios públicos	55
6.1.3.1 Acueducto	55
6.1.3.2 Alcantarillado	55
6.1.3.3 Aseo	55
6.2 Estrategias de participación	57
6.2.1 Caracterización de actores	57
6.2.1.1 Caracterización de actores identificados	57
6.2.1.2 Caracterización de actores entrevistados	59
6.2.1.3 Entrevista estructurada	59
6.2.2 Redes de actores, instituciones y sectores	61
6.2.2.1 Red de actores	61
6.2.2.2 Red de Instituciones	62
6.2.2.3 Red de Sectores	64
6.2.3 Taller Definición de Incertidumbres estrategias XLRM	66
6.2.4 Taller presentación de resultados preliminares	66
6.3 Diagnóstico	67
6.3.1 Características físicas de la cuenca y sus afluentes priorizados	67
6.3.1.1 Hidrografía, codificación y sectorización hidrográfica	67
6.3.2 Morfometría	68
6.3.2.1 Características morfométricas de la cuenca	68
6.3.2.1.1 Índices de forma de la cuenca	68
6.3.2.1.2 Relieve de la cuenca	62
6.3.2.2 Características de la Red de Drenaje	63
6.3.2.3 Tiempo de concentración	64
6.3.3 Zonas Climáticas	64
6.3.4 Hidroclimatología	72
6.3.4.1 Análisis de información disponible	72
6.3.4.2 Selección de estaciones para análisis	73
6.3.4.3 Imputación de datos faltantes	76
6.3.4.4 Análisis estadístico y geo estadístico de datos	76
6.3.4.4.1 Análisis estadístico precipitación	76

6.3.4.4.2 Análisis estadístico temperatura	77
6.3.4.4.3 Análisis estadístico variable humedad relativa	79
6.3.4.4.4 Análisis Geoestadístico Precipitación	80
6.3.5 Oferta	84
6.3.5.1 Resultados calibración – validación del modelo Lluvia escorrenría	84
6.3.5.2 Oferta media mensual multianual antes de las captaciones de los usuarios priorizados	87
6.3.5.2.1 Usuarios priorizados aguas arriba de la bocatoma Buesaquillo en la parte alta del río Pasto	88
6.3.5.2.2 Usuarios priorizados Aguas arriba de la captación de Lope de EMPOPASTO	90
6.3.5.2.3 Usuarios priorizados en el sector Mijitayo	92
6.3.5.2.4 Usuarios Priorizados en la microcuenca Miraflores	94
6.3.5.2.5 Usuarios Priorizados en municipio de Chachagüí	99
6.3.5.2.6 Usuario EMPOPASTO	92
6.3.6 Demanda	94
6.3.6.1 Demanda de Agua Uso Doméstico	100
6.3.6.1.1 Demanda zona urbana	100
6.3.6.1.2 Demanda de Agua Uso Doméstico - zona rural	105
6.3.6.1.3 Cálculo de la Demanda hídrica para el sector doméstico, basado en información de población rural y urbana contenida en los PUEAA municipales	107
6.3.6.2 Demanda de Agua Uso Pecuario	109
6.3.6.3 Demanda de Agua Sector Agrícola	112
6.3.6.4 Demanda de Agua Sector Industrial	114
6.3.6.5 Caudales ambientales	114
6.3.6.6 Distribución actual del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados	114
6.3.6.6.1 Distribución de usuarios por tipo de demanda	114
6.3.6.6.2 Conflictos por uso del agua en la cuenca	117
6.3.6.6.3 Priorización de Usuarios	118
6.3.6.6.4 Caracterización de usuarios priorizados	125
6.3.6.6.4.1 Usos de las concesiones de usuarios priorizados	125
6.3.7 Balance Hídrico	127
6.3.8 Modelo conceptual	127
6.3.8.1 Puntos de interés y unidades de análisis Hidrológico – Catchments	129
6.3.8.2 Nodos y módulos de Demanda	132
6.3.9 Indicadores	135
6.3.9.1 Conflictos por uso del agua – IUA, IRH e IVH	135
6.3.9.2 Resultados del modelo	140
6.3.9.2.1 Análisis escenario base o de referencia	140
6.4 Prospectiva – Escenarios de Modelación (Metodología XLRM)	142
6.4.1 Incertidumbres (X)	142
6.4.2 Estrategias (L)	143
6.4.3 Modelo (R)	144
6.4.4 Medidas de desempeño (M)	147
6.4.5 Automatización	147
6.4.6 Uso y exploración de resultados del modelo	148
6.4.6.1 EMPOPASTO	148
6.4.6.2 CHACHAGÜÍ	150
6.4.6.3 Junta Administradora De Acueducto De Anganoy	155
6.4.6.4 Otros casos y futuras mejoras	155
6.4.7 Priorización de estrategias	155
6.4.7.1 Reconversión	155
6.4.7.2 Disminución de Pérdidas	155
6.4.7.3 Disminución de consumos	156
7 Reglamentación	157
7.1.1 Distribución del recurso hídrico de la cuenca en sus afluentes priorizados y lineamientos técnicos para la modificación de concesiones de agua	157
7.1.1.1 Corporación de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado y Aseo CORSEN	158
7.1.1.1.1 Quebrada Carnicería	160

7.1.1.1.2 Quebrada Maragato.....	162
7.1.1.1.3 Quebrada Chorreras	164
7.1.1.1.4 Quebrada Chorrillo	166
7.1.1.1.5 Lineamiento Técnicos PUEAA - CORSEN.....	158
7.1.1.2 Empresa De Servicios Públicos De Acueducto Y Alcantarillado De Chachagüi Sociedad Por Acciones Simplificada SAS ESP - EMPOCHACHAGUI SAS ESP.....	159
7.1.1.2.1 Captación Quebrada Alcalá.....	159
7.1.1.3 Alcaldía municipal de Chachagüi	163
7.1.1.3.1 Captación Bermúdez.....	170
7.1.1.4 Cooperativa Multiactiva Social Mayorista LTDA – SOCIALCOOPP.....	170
7.1.1.5 Empresa De Obras Sanitarias De Pasto EMPOPASTO S.A.....	172
7.1.1.5.1 Captación Buesaquillo	174
7.1.1.5.2 Captación Quebrada Miraflores	176
7.1.1.5.3 Captación Quebrada El Quinche.....	178
7.1.1.5.4 Captación San Felipe	180
7.1.1.5.5 Captación Mijitayo.....	182
7.1.1.5.6 Lineamiento Para PUEAA EMPOPASTO.....	184
7.1.1.6 Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de San Fernando.....	185
7.1.1.7 Asociación Agropecuaria Piscícola ACUARANDA - ASO ACUARANDA	187
7.1.1.8 Claudia Ximena Delgado Delgado – Piscícola Corregimiento de Cabrera.....	188
7.1.1.9 Guillermo Álvaro Guancha Burgos – Riego Corregimiento de Buesaquillo.....	190
7.1.1.10 Servicio Nacional De Aprendizaje SENA.....	195
7.1.1.11 Bolívar Víctor David Martínez – Corregimiento de Mocondino.....	198
7.1.1.12 Club Campesino De Pesca Y Tiro – Corregimiento de Mocondino	201
7.1.1.13 Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla	203
7.1.1.14 Junta Administradora Del Acueducto Y Alcantarillado Rural De Botanilla.....	206
7.1.1.15 Mauro Gilberto Bastidas Pazos – Mina Armenia	209
7.1.1.16 Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco	212
7.1.1.16.1 Captación Quebrada Midoro.....	212
7.1.1.16.2 Captación Quebrada Juanambú.....	214
7.1.1.17 Junta Administradora De Acueducto De Anganoy	217
7.1.1.18 Congregación Del Oratorio De San Felipe Neri.....	218
7.1.1.19 Junta Administradora del Acueducto de Buesaquillo	221
7.1.1.20 Asociación De Usuarios Del Distrito De Adecuación De Tierras De Pequeña Escala Agua De Riego.....	224
7.1.1.20.1 “ASO - FUENTES SAN FRANCISCO- ALIANZA” – Quebrada El Quinche.....	224
7.1.1.20.2 ASOFUENTES QUEBRADA EL TEJAR.....	222
8 Bibliografía	225
9 Listado de anexos digitales	228
9.1 Entrevista semiestructurada	228
9.2 Talleres presentación metodología XLRM	228
9.3 Morfometría	228
9.4 Estaciones IDEAM consideradas en este estudio.....	228
9.5 Bases de datos imputadas.....	228
9.6 Análisis Estadístico gráfico información climática.....	229
9.7 Parámetros de calibración.....	229
9.8 Video tutorial para la generación de escenarios.....	229
9.9 Modelos WEAP	229

Lista de tablas

Tabla 1. Bases de datos generadas a partir del proceso de depuración e imputación	31
Tabla 2. Coberturas en la cuenca del río Pasto	35
Tabla 3. Criterios de desempeño para estadísticas de calibración en modelos de escala mensual (Tomado de Moriasi et al., 2007).....	36
Tabla 4. Conceptos y universos de aplicación de la demanda hídrica (Fuente: IDEAM 2010)	37
Tabla 5. Asignación Del Nivel De Complejidad. (Fuente: Ministerio de vivienda, 2017).....	38
Tabla 6. Dotación Neta Máxima por habitante según la altura del de la zona atendida. (Fuente: Resolución 0330 de 2017).....	40
Tabla 7. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema para zona urbana (Fuente: Resolución 0330 de 2017).....	25
Tabla 8. Caudales ecológicos como proporción del caudal antes del sitio de captación	40
Tabla 9. Rangos y categorías del índice de uso de agua (IUA). (Fuente: IDEAM, 2010).....	44
Tabla 10. Categorías del Índice de retención y regulación Hídrica (IRH) (Fuente. IDEAM 2013)	34
Tabla 11. Categorías Índice de Vulnerabilidad Hídrica - IVH	34
Tabla 12. Categoría Municipal (Fuente: DNP 2018)	43
Tabla 13. Datos población atendida y coberturas en el servicio público de acueducto.	46
Tabla 14. Coberturas del servicio de alcantarillado.	47
Tabla 15. Cobertura de servicio de aseo.	48
Tabla 16. Escalas de valoración de importancia y desempeño de las entidades en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto.....	56
Tabla 17. Valoración de la importancia y el desempeño de las principales entidades en la gestión del recurso hídrico	57
Tabla 18. Percepción sobre la Importancia y desempeño de los sectores productivos en la gestión del agua en la cuenca del río Pasto.	59
Tabla 19. Valoración de la importancia y el desempeño de los principales sectores en la gestión del recurso hídrico	59
Tabla 20. Codificación de afluentes priorizados en la Cuenca Río Pasto	60
Tabla 21. Índices de forma.....	62
Tabla 22. Datos área elevación	62
Tabla 23. Zonas Climáticas cuenca del río Pasto.....	64
Tabla 24. Diagnóstico de estaciones con información de temperatura media. % de datos faltantes < 15%.....	67
Tabla 25. Diagnóstico de estaciones con información de humedad relativa. % de datos faltantes < 27%.....	67
Tabla 26. Diagnóstico de estaciones con información de precipitación. % de datos faltantes < 10%.....	68
Tabla 27. Métricas de calibración del modelo lluvia escorrentía.....	77
Tabla 28. Listado elementos del modelo WEAP zona alta cuenca del río Pasto	81
Tabla 29. Listado elementos del modelo WEAP aguas arriba de la captación de Lope para EMPOPASTO.....	83
Tabla 30. Listado elementos del modelo WEAP sector Mijitayo	85
Tabla 31. Listado elementos del modelo WEAP microcuenca Miraflores	87
Tabla 32. Listado elementos del modelo WEAP municipio de Chachagüí	89
Tabla 33. Listado elementos del modelo WEAP municipio de Nariño	90
Tabla 34. Listado elementos del modelo WEAP captaciones de EMPOPASTO.....	92
Tabla 35. Porcentaje de Pérdidas en área urbana	95
Tabla 36. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona urbana.	95
Tabla 37. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico área urbana municipal según proyección de población censo DANE 2018.....	96
Tabla 38. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona urbana según el número de suscriptores.....	97
Tabla 39. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico área urbana municipal según el número de suscriptores.	97
Tabla 40. Cálculo de la población rural de la cuenca del río Pasto.....	98
Tabla 41. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona rural según población proyectada DANE.....	99

Tabla 42. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico en zona rural municipal. Según proyección de población DANE.....	99
Tabla 43 Cálculo Demanda Hídrica Doméstica.....	100
Tabla 44. Resultados del cálculo de la demanda para el sector doméstico con población DANE Vs población PUEAA.....	101
Tabla 45. Áreas de pastos y áreas municipales dentro de la cuenca.....	102
Tabla 46. Resultados del cálculo de la demanda para el sector pecuario según metodología ENA 2010.....	102
Tabla 47. Demanda teórica de riego.....	103
Tabla 48. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Pasto parte alta de la cuenca, zona de influencia de la Ciudad de Pasto.....	111
Tabla 49. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez, zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí.....	114
Tabla 50. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí.....	115
Tabla 51. Resumen demanda consumo humano - urbano de Pasto, Chachagüí, Nariño.....	123
Tabla 52. Resumen demanda consumo humano – rural.....	123
Tabla 53. Módulos de demanda y consumo piscicultura.....	124
Tabla 54. Módulos de demanda y consumo pecuario.....	124
Tabla 55. Módulos de demanda y consumo industrial.....	124
Tabla 56. Módulos de demanda y consumo agrícola.....	124
Tabla 57. Incertidumbres en el modelo de la cuenca del Río Pasto.....	134
Tabla 58. Estrategias - Modelo cuenca del Río Pasto.....	135
Tabla 59. Coberturas medias usuario EMPOPASTO - Periodo 2020 - 2030.....	140
Tabla 60. Coberturas medias usuario CHACHAGÜÍ - Periodo 2020 - 2030.....	142
Tabla 61. Coberturas medias usuario Junta Administradora sistema de acueducto de Anganoy - Periodo 2020 - 2030.....	144
Tabla 62. Ficha de campo de captación en la quebrada Carnicería para CORSEN.....	149
Tabla 63. Ficha de campo de captación en la quebrada Maragato para CORSEN.....	151
Tabla 64. Ficha de campo de captación en la quebrada Chorreras para CORSEN.....	154
Tabla 65. Ficha de campo de captación en la quebrada Chorrillo para CORSEN.....	156
Tabla 66. Ficha de campo de captación en la quebrada Alcalá para EMPOCHACHAGÜÍ.....	159
Tabla 67. Ficha de campo de captación en el río Bermúdez para alcaldía.....	163
Tabla 68. Ficha de campo de captación en el río Bermúdez para SOCIALCOOPP.....	165
Tabla 69. Ficha de campo de captación en el río Pasto para EMPOPASTO.....	167
Tabla 70. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para EMPOPASTO.....	169
Tabla 71. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para EMPOPASTO.....	171
Tabla 72. Ficha de campo de captación en el río Mijitayo para EMPOPASTO.....	173
Tabla 73. Ficha de campo de captación en el río Mijitayo para EMPOPASTO.....	175
Tabla 74. Ficha de campo de captación para San Fernando.....	179
Tabla 75. Ficha de campo de captación en la quebrada El Barbero para ASO ACUARANDA.....	182
Tabla 76. Ficha de campo de captación en la quebrada Arrayán para Piscícola Corregimiento de Cabrera.....	185
Tabla 77. Ficha de campo de captación en la quebrada Quinche para riego Corregimiento de Buesaquillo.....	187
Tabla 78. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para el SENA.....	190
Tabla 79. Ficha de campo de captación en la quebrada Dolores para Corregimiento de Mocondino.....	193
Tabla 80. Ficha de campo de captación en la quebrada Dolores para Club campestre de pesca y tiro.....	196
Tabla 81. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla.....	198
Tabla 82. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla.....	201
Tabla 83. Ficha de campo de captación para Mina Armenia.....	204
Tabla 84. Ficha de campo de captación en la quebrada Midoro para Asociación de Usuarios d el Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco.....	207
Tabla 85. Ficha de campo de captación en la quebrada Juanambú para Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco.....	209
Tabla 86. Ficha de campo de captación en la quebrada Mijitayo para Junta administradora de acueducto de Anganoy.....	212
Tabla 87. Ficha de campo de captación para Congregación del Oratorio San Felipe.....	215
Tabla 88. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para Acueducto de Buesaquillo.....	217
Tabla 89. Ficha de campo de captación para ASP - Fuentes San Francisco Alianza.....	220
Tabla 90. Ficha de campo de captación en la quebrada El Tejar para Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Agua de Riego ASOFUENTES.....	222

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación de la Cuenca de Río Pasto (Fuente: CORPONARIÑO 2018)	20
Figura 2. Mapa Base de la Cuenca de Río Pasto (Fuente CORPONARIÑO 2018)	22
Figura 3. Zonificación hidrográfica en Colombia (Fuente: Resolución 0337 en 1978)	26
Figura 4. Zonificación Hidrográfica en Colombia (IDEAM 2013)	27
Figura 5. Subzonas Hidrográficas (IDEAM 2013)	28
Figura 6. Unidad Hidrográfica (IDEAM 2013)	29
Figura 7. Unidad Hidrológica Reglamentada (Fuente: Elaboración propia)	29
Figura 8. Diagrama conceptual y ecuaciones incorporadas en el modelo lluvia escorrentía de dos baldes en WEAP (Sieber & Purkey, 2007)	33
Figura 9. Mapa coberturas del suelo (Fuente: elaboración propia)	34
Figura 10. Factores que afectan el balance hídrico (Fuente: Elaboración propia)	46
Figura 11. Algoritmo de automatización (Fuente: Elaboración propia)	48
Figura 12. Distribución de población en la Cuenca	51
Figura 13. Sectores económicos en la Cuenca del río Pasto	54
Figura 14. Coberturas servicios públicos en la cuenca	56
Figura 15. Caracterización actores identificados	57
Figura 16. Actores identificación y vinculación (En color se identifica la filiación institucional de los entrevistados. Los nodos representados en gris representan menos del 1% de los entrevistados)	64
Figura 17. Caracterización actores entrevistados	65
Figura 18. Percepción de entrevistados sobre aspectos de la gestión del recurso hídrico	66
Figura 19. Red de actores. (Los actores representan personas que son consideradas por los entrevistados importantes en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto)	67
Figura 20. Medidas red de actores	68
Figura 21. Instituciones identificadas	69
Figura 22. Sectores claves en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto	70
Figura 23. Curva hipsométrica	72
Figura 24. Gráfica de perfil longitudinal	75
Figura 25. Zonas Climáticas (Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2014))	75
Figura 26. Mapa de estaciones Climatológicas/Hidroclimatológicas dentro de un buffer de 50 km alrededor de las cuencas de los ríos Pasto y Bobo	76
Figura 27. Visor clasificación estaciones dentro del buffer de 50 km en la cuenca río Pasto (En el anexo 9.4 se muestran se anexa visor de las estaciones)	86
Figura 28. Análisis estadístico gráfico variable precipitación - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO	90
Figura 29. Análisis estadístico gráfico variable precipitación - Estación SAN FRANCISCO	91
Figura 30. Análisis estadístico gráfico variable temperatura - Ejemplo - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO	93
Figura 31. Análisis estadístico gráfico variable temperatura - Ejemplo - Estación MONOPAMBA	95
Figura 32. Análisis estadístico gráfico variable humedad relativa - Ejemplo - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO	98
Figura 33. Análisis estadístico gráfico variable humedad relativa - Ejemplo - Estación MONOPAMBA	99
Figura 34. Variación espacio temporal de la precipitación en la cuenca del río Pasto	100
Figura 35. Variación espacio temporal de temperatura cuenca del río Pasto	103
Figura 36. Variación espacio temporal de humedad cuenca del río Pasto	104
Figura 37. Caudales observados y simulados en la estación Centenario	104
Figura 38. Caudales observados y simulados en la estación Universidad	105
Figura 39. Caudales observados y simulados en la estación Providencia	105
Figura 40. Esquema conceptual modelo WEAP zona alta cuenca del río Pasto	107
Figura 41. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca la parte alta del río Pasto	107
Figura 42. Esquema conceptual modelo WEAP aguas arriba de la captación de Lope para EMPOPASTO	108
Figura 43. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca el Quinche	109
Figura 44. Esquema conceptual modelo WEAP sector Mijitayo	110
Figura 45. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca Mijitallo	112
Figura 46. Esquema conceptual modelo WEAP microcuenca Miraflores	112

Figura 47. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca Miraflores.....	114
Figura 48. Esquema conceptual modelo WEAP municipio de Chachagüí.....	122
Figura 49. Esquema conceptual modelo WEAP municipio de Nariño.....	97
Figura 50. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuencas del área de influencia de la cabecera municipal del municipio de Nariño.....	124
Figura 51. Esquema conceptual modelo WEAP captaciones de EMPOPASTO.....	99
Figura 52. Curva de duración de caudales de las captaciones que abastecen el sistema de acueducto de la ciudad de Pasto.....	125
Figura 53. Áreas urbana y rural de la cuenca del Río Pasto.....	134
Figura 54. Distribución del ganado bovino según la información de usos y coberturas de la tierra. (Fuente: CORPONARIÑO 2018).....	135
Figura 55. Usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto.....	135
Figura 56. Usos mixtos en la cuenca del río Pasto.....	136
Figura 57. Usos del recurso hídrico municipio de Pasto.....	143
Figura 58. Usos del recurso hídrico municipio de Chachagüí.....	144
Figura 59. Usos del recurso hídrico municipio de Nariño.....	150
Figura 60. Denuncias por municipio.....	152
Figura 61. Mapa de concesiones de agua en los municipios de Pasto, Chachagüí y Nariño ubicadas dentro de la cuenca del río Pasto.....	154
Figura 62. Diagrama de Pareto para concesiones de la cuenca alta del municipio de Pasto.....	159
Figura 63. Distribución de las concesiones por usuarios priorizados en la parte alta del río pasto.....	161
Figura 64. Distribución de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez, zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO).....	163
Figura 65. Concesiones por los usuarios priorizados para el municipio de Chachagüí (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO).....	165
Figura 66. Concesiones otorgadas en el municipio de Nariño (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO).....	168
Figura 67. Distribución de las concesiones por usuarios priorizados para el municipio de Nariño (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO).....	171
Figura 68. Usos usuarios priorizados.....	173
Figura 69. Usos usuarios priorizados para el municipio de Pasto.....	175
Figura 70. Usos usuarios priorizados para el municipio de Chachagüí.....	177
Figura 71. Usos usuarios priorizados para el municipio de Nariño.....	179
Figura 72. Esquema conceptual modelo WEAP.....	181
Figura 73. Ubicación puntos de cierre priorizados.....	183
Figura 74. Áreas aferentes a partir de puntos de cierre.....	186
Figura 75. Fajas de elevación (Fuente: Elaboración propia).....	189
Figura 76. Catchments resultantes (Fuente: Elaboración propia).....	191
Figura 77. Índices hidrológicos cuenca Río Pasto.....	193
Figura 78. Índices hidrológicos microcuenca El Quinche.....	196
Figura 79. Índices hidrológicos microcuenca El Chorrillo.....	199
Figura 80. Índices hidrológicos microcuenca Dolores.....	202
Figura 81. Índices hidrológicos microcuenca El Barbero.....	204
Figura 82. Índices hidrológicos microcuenca El Tejar.....	208
Figura 83. Índices hidrológicos microcuenca Miraflores.....	211
Figura 84. Índices hidrológicos microcuenca Bermúdez.....	214
Figura 85. Índices hidrológicos microcuenca Alcalá.....	216
Figura 86. Coberturas bajo el escenario de referencia en el año base 2020.....	220
Figura 87. Generador de escenarios de WEAP.....	223
Figura 88. Combinación de incertidumbres y estrategias en el generador de escenarios de WEAP.....	148
Figura 89. Muestra de código escrito en VISUAL BASIC para la automatización del modelo.....	149
Figura 90. Coberturas del sistema de acueducto de la ciudad de PASTO en caso de que no existieran fuentes de respaldo (Embalse río bobo y quebrada Piedras) bajo dos escenarios de modelación.....	150
Figura 91. Coberturas del sistema de acueducto cabecera municipal de CHACHAGUI bajo cuatro escenarios de modelación.....	152

Figura 92. Coberturas Junta Administradora sistema de acueducto de Anganoy, bajo cuatro escenarios de modelación.....	154
Figura 93. Coberturas medias mensuales multianuales – CORSEN	166
Figura 94. Coberturas medias mensuales multianuales - EMPOCHACHAGÜI.....	169
Figura 95. Coberturas medias mensuales multianuales - EMPOPASTO	184
Figura 96. Coberturas medias mensuales multianuales – San Fernando	187
Figura 97. Coberturas medias mensuales multianuales – Riego Buesaquillo	194
Figura 98. Coberturas medias mensuales multianuales – SENA.....	197
Figura 99. Coberturas medias mensuales multianuales – CORSEN	200
Figura 100. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Obonuco	206
Figura 101. Coberturas medias mensuales multianuales - Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla.....	209
Figura 102. Coberturas medias mensuales multianuales – Mina Armenia	217
Figura 103. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Obonuco	218
Figura 104. Coberturas medias mensuales multianuales - Junta administradora de acueducto de Anganoy	221
Figura 105. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Buesaquillo	226
Figura 106. Coberturas medias mensuales multianuales – Áreas de riego ASOFUENTES	229

1.

INTRODUCCION

El proceso de reglamentación por usos del agua en la cuenca del río Pasto busca conciliar las necesidades de agua que tiene la sociedad para el desarrollo de sus actividades vitales y productivas frente a una oferta de agua que varía espacial como temporalmente y que en algunos lugares y momentos puede resultar insuficiente.

Lo anterior resulta de una alta complejidad si se tiene en cuenta que dentro de la cuenca del río Pasto existen activas, para el año 2020, 580 concesiones de agua, que suman una caudal concesionado de 2389 l/s, distribuidos en diferentes municipios para abastecimiento doméstico, generación hidroeléctrica, riego y silvicultura, acuicultura y pesca, uso industrial, abastecimiento de abrevadero, recreación y deporte. Para aproximar y entender esta complejidad se realizó una priorización de los usuarios con mayores concesiones, para a partir de su diagnóstico desarrollar un modelo de gestión del recurso hídrico basado en el software WEAP. Con este modelo, se pudo comprender la dinámica y patrones de la situación actual de uso del agua en la cuenca, y se exploraron escenarios de gestión para el periodo 2020 – 2030. que orientaron la recomendación de ratificar o modificar el valor de las concesiones de los usuarios priorizados.

Este documento desarrolla inicialmente un glosario en que se definen términos y conceptos que permiten al lector una mejor comprensión del contenido; posteriormente se presentan los objetivos del trabajo que orientan el desarrollo y contenido de este documento; luego se presenta la localización de la zona de estudio y se sigue con una descripción detallada de la metodología usada en cada uno de los componentes analizados; finalmente se muestran los resultados del trabajo en sus diferentes componentes para termina con las justificaciones técnicas que soportan la refrendación o modificación de las concesiones de agua.

2.

GLOSARIO

Análisis de redes sociales - aproximación metodológica y teórica que enfatiza el estudio de las relaciones, enlaces, contactos y percepciones entre actores que permiten indagar por patrones y estructuras entre actores, es decir redes.

Balance Hídrico – Modelo matemático basado en la ley de conservación de la materia que contabiliza la acumulación de agua en una unidad de análisis hidrológico a partir de la estimación de las entradas y salidas de agua a este.

Coberturas del suelo – Cobertura física y/o biofísica que se observa sobre la superficie de un área de interés.

Catchment – Unidad de análisis hidrológico utilizada en el software WEAP para el cómputo de un balance hídrico en una unidad de tiempo determinada.

Demanda Hídrica – Se entiende por demanda hídrica el caudal de agua requerido para diferentes tipos de uso del agua. Entre los usos más relevantes se destacan el consumo humano, el consumo agrícola y pecuario, el uso industrial, etc.

Geoestadística – Tipo de estadística usado para analizar y predecir valores asociados a fenómenos que varían espacial y temporalmente.

IDW – Técnica de interpolación que determina los valores de una celda mediante la combinación ponderada linealmente de los datos de puntos de una muestra (datos conocidos).

Índice de usos del agua – IUA - Este indicador muestra la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales

Índice de regulación hídrica – IRH - Índice que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial.

Índice de Vulnerabilidad hídrica – IVH El Índice que estima el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua.

Oferta Hídrica – Se entiende por oferta hídrica el caudal de agua disponible en un lugar para un momento determinado. La oferta hídrica puede ser superficial cuando proviene de ríos, quebradas, lagos o embalses, o subterránea cuando proviene de aljibes o pozos profundos. Desde una perspectiva hidrológica, la oferta hídrica se obtiene de la aplicación de la ecuación del balance hídrico a un área particular (Cuenca, microcuenca).

Quantum GIS (QGIS)- Es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License . QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos.

Software R – Es un lenguaje y ambiente de cómputo estadístico y gráfico de acceso y uso gratuito. R provee una gran variedad de paquetes que permiten su uso en una gama amplia de disciplinas que incluyen la estadística, la hidrología, el procesamiento de imágenes satelitales, la biotecnología, por solo mencionar algunas de sus aplicaciones.

Reddprec – paquete del software R que computa el control de calidad de series de precipitación diaria, reconstruye las series estimando la precipitación de los datos faltantes.

Reglamentación del uso de las aguas – Proceso adelantado por la autoridad ambiental orientado a “obtener una mejor distribución de las aguas de cada corriente o derivación.”

Soil moisture method – Modelo lluvia escorrentía unidimensional de dos compartimientos que se basa en funciones empíricas de la evapotranspiración, escorrentía superficial y subsuperficial y percolación profunda para describir las variaciones en la humedad del suelo en una unidad de análisis hidrológico.

Uso del suelo – Utilización que se le da al suelo de un lugar para procesos y/o actividades diferentes como el uso forestal, de conservación, agrícola, minero, industrial, residencial, etc.

WEAP (Water Evaluation and Planning) – Software de fácil uso que incorpora elementos de la oferta y demanda de agua para ejercicios de planificación integral del recurso hídrico.

3

OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Desarrollar el documento técnico de soporte para la reglamentación por usos del agua en el río Pasto - Fase I (incluyendo su principal trasvase)

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar de los principales actores en la cuenca, que se relacionan con la gestión integrada del recurso hídrico.
- Establecer las demandas significativas en la cuenca a través de un proceso de priorización de usuarios.
- Estimar la variación temporal y espacial de la oferta de agua para los usuarios priorizados.
- Evaluar valores de caudal ambiental en la cuenca del río Pasto.
- Calcular el balance hídrico, bajo diferentes escenarios de gestión, para los usuarios priorizados.
- Establecer medidas que permitan garantizar la disponibilidad del recurso hídrico en escenarios futuros, acordes con las necesidades identificadas demandas requeridas por los diferentes usuarios priorizados.
- Proporcionar a CORPONARIÑO una herramienta técnica para la planificación y la toma de decisiones sobre la asignación del agua en la cuenca del río pasto.

4

LOCALIZACIÓN

El río Pasto, uno de los principales afluentes del río Juanambú, nace en la vertiente occidental del sistema orográfico de los Andes en el Departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia. La cuenca del río Pasto limita al norte en su parte más estrecha con la cuenca del río Juanambú; al suroriente con la cuenca del río Guamués en la divisoria de aguas sector denominado el Támano y la Loma Tierra Blanca a los 3400 m.s.n.m.; al sur con la cuenca del Río Bobo en la divisoria de aguas sector conocido como la Cuchilla y el Campero a 3200 m.s.n.m.; al suroccidente con las laderas del Volcán Galeras en la cota de 4200 m.s.n.m; al occidente en dirección norte limita con el sector denominado la Cuchilla, correspondiente al municipio de la Florida y Brisas del Tambo sobre los 2750 m.s.n.m.; y al oriente desde el Páramo de Bordoncillo en dirección al Volcán Morasurco finalizando en proximidades al casco urbano del municipio de Chachagüí y el Aeropuerto Antonio Nariño.

La cuenca del río Pasto tiene una superficie aproximada de 483.3 km², y su cauce principal una longitud aproximada de 57.60 km, medidos desde la unión de las quebradas El Retiro y Las Tiendas, en su parte alta, hasta la desembocadura en el río Juanambú. (CORPONARIÑO, 2011).

LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PROCESO DE REGLAMENTACIÓN Y MONITOREO DE CORRIENTES HIDRICAS - RÍO PASTO

LOCALIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PASTO EN LA SUBZONA HIDROGRÁFICA

DIVISIÓN POLÍTICA CUENCA RÍO PASTO



Figura 1 Ubicación de la Cuenca de Río Pasto (Fuente: CORPONARIÑO 2018)

5. METODOLOGÍA

5.1 Aspectos socioeconómicos generales

De la cuenca del río Pasto hacen parte parcialmente las unidades político-administrativas de Pasto, Nariño, La Florida, Chachagüí, Tangua, El Tambo y Buesaco, cuyas características dentro de la unidad hidrológica presentan diferentes ocupaciones y apropiaciones del territorio, crecimiento, red hídrica y coberturas de suelo, entre otros aspectos, que condicionan el grado de intervención de estas unidades en la cuenca.

Para entender la dinámica del sistema hídrico que conforma la cuenca del río Pasto, en perspectiva de la gestión integrada del recurso hídrico, se precisa conocer de sus diferentes unidades territoriales la demanda hídrica, motivo por el cual, se recopiló información secundaria proveniente de entidades y organizaciones encargadas de elaborar diferentes estudios, planes y proyectos encaminados a gestionar la información en el componente socioeconómico, indicadores de población municipal, servicios públicos y demás información que sea pertinente dentro del desarrollo de los objetivos del presente documento.

5.1.1 Aspectos demográficos

Se presentará información demográfica concerniente y de aplicabilidad al objetivo del presente proyecto, dentro de un contexto real y actualizado que permita evidenciar la interacción entre los seres humanos y el ambiente biofísico en que estos viven. Para esto se usará como referente información oficial del DANE, con datos del censo 2018, igualmente se retomará contenido del documento de Formulación POMCA del Río Juanambú en su componente socio económico que sirvió de insumo para determinar desde el enfoque económico la prestación de los servicios Administrativos, Servicios Públicos, Servicios Bancarios y Comerciales, Servicios Sociales y Servicios Culturales.

Para el cálculo de la población residente en la cuenca río Pasto, en primer lugar se determinará el área municipal que se ocupa al interior de la cuenca a través de cartografía base utilizada en el POMCA Juanambú, posteriormente se trabajará con las proyecciones de población estimadas por DANE hasta el año 2020 y se realizará un cálculo estimado con base al porcentaje (%) de área territorial rural o urbana que cada municipio contiene en la unidad hidrológica, asociando este resultado con el porcentaje (%) de población rural o urbana que convive en la cuenca.

5.1.2 Sectores Productivos en la Cuenca

A través de información secundaria se identificarán los principales sectores productivos desarrollados en la jurisdicción en la cuenca, utilizando como fuente de información el documento Técnico del Diagnóstico Territorial del Plan de Ordenamiento Departamental, donde se retoman los indicadores del Producto Interno Bruto (PIB) departamental elaborados por el Ministerio de Comercio en el año 2020 (Mincomercio, 2021).

Se priorizará aquellos sectores productivos que mayor influencia ejercen en las unidades territoriales localizadas en el interior de la cuenca río Pasto, basados en la tenencia de la tierra y ocupación del suelo rural.

5.1.3 Servicios públicos

Se trabajará con la información aportada en los estudios realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN), los indicadores entregados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y análisis encontrados en el documento Técnico del Diagnóstico Territorial del Plan de Ordenamiento Departamental; entidades que cuentan con resultados actualizados en asuntos como: cobertura de acueducto, alcantarillado, aseo, calidad de agua y población beneficiada por municipio.

5.2 Estrategias de participación

En conformidad con el Decreto 1076 de 2015 en su sección 13 sobre reglamentación del uso de las aguas y declaración de reservas y agotamiento, se plantea la realización de un proceso participativo con los actores involucrados, que contribuya no sólo a divulgar la naturaleza y espíritu del proceso sino también a compartir información y marco de aplicación, discutir enfoques y concertar acciones derivadas del mismo.

En este orden de ideas, la reglamentación del uso de las aguas en la cuenca del río Pasto ha de entenderse como la aplicación de un conjunto de acciones de orden técnico y jurídico, dentro del marco legal vigente, destinadas a obtener una mejor distribución de las aguas de la cuenca en mención, teniendo en cuenta las condiciones actuales y futuras de su uso y las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia. El objetivo final del proceso, desde una perspectiva ambiental de cambio y variación permanente, es evitar conflictos entre usuarios por el acceso al recurso y disminuir la presión sobre el mismo, mientras se da un uso eficiente y equitativo estableciendo prioridades de consumo.

Lo anterior precisa desarrollar una estrategia de participación enmarcada en el enfoque de escalas de decisión (DS por sus siglas en inglés) en condiciones de alta incertidumbre (Lampert y Groves, 2010; Marchau et al., 2019). El enfoque DS aplicada al proceso de reglamentación del uso de las aguas emplea el modelo de simulación WEAP para evaluar cómo aspectos asociados a la oferta (Clima, coberturas y usos del suelo) y demanda del agua (Crecimiento poblacional, consumos, agua no contabilizada, etc.) afectarían el balance hídrico de la cuenca; lo cual, a su vez, determina los criterios y valores de asignación del agua para los diferentes usuarios. La participación en este enfoque procede en varias etapas que se definen a continuación:

5.2.1 Caracterización de actores – Metodología Análisis de Redes Sociales (ARS)

Los sistemas sociales se caracterizan por las múltiples y complejas relaciones que, de manera explícita o implícita, se dan entre individuos, grupos y organizaciones. En las últimas décadas, el análisis de redes sociales (ARS), provee una serie de métodos y herramientas con el propósito de explicar los patrones y estructuras de estas relaciones dentro de un grupo u organización (Wasserman and Faust, 1994). El análisis de redes sociales ha probado ser una herramienta de investigación útil en numerosas áreas y sectores como la gestión de los recursos naturales. El análisis de redes sociales ha sido utilizado para identificar actores claves en el desarrollo de procesos de gobernanza de recursos naturales asociados con la contaminación del agua (Ruzol et al., 2017) o la gestión integrada del agua (Lienert et al., 2013; Rathwell y Peterson, 2012).

Para la caracterización de los actores se procede con las siguientes etapas:

5.2.1.1 Elaboración de listado de actores

Se desarrollará mediante entrevistas estructuradas a los actores, a quienes se les harán preguntas relacionadas con la gestión integrada del recurso hídrico, la importancia y nivel de desempeño de las instituciones, organizaciones, empresas y sectores más relevantes en esta gestión. Inicialmente a unos actores definidos por el equipo de trabajo del proyecto y funcionarios de CORPONARIÑO, y se aplicará la metodología de nominado o en cadena (Blanco & Castro, 2007) para completar el número de actores muestreados hasta que se logre un punto de saturación.

5.2.1.2 Entrevista estructurada

Se aplicará una entrevista estructurada para indagar por aspectos de conocimientos sobre el rol que tanto instituciones como actores claves deben o pueden ejercer en los procesos de reglamentación e instrumentación de la cuenca del río Pasto. Para el desarrollo de esta entrevista se usará el software Survey Monkey. En el anexo 9.1 se presentan las preguntas realizadas en la entrevista.

5.2.1.3 Generación de Matriz de adyacencia

Recopilando los resultados de la entrevista estructurada, a partir de las preguntas 2, 3, 4, 5, 10 y 11 se construyeron matrices de nodos y relaciones dentro del programa Excel para cada pregunta. Las matrices de nodos aportaron información sobre el total de instituciones y actores a considerar; y las matrices de relaciones se consolidaron a partir de las respuestas y ponderación dada a las preguntas, permitiendo identificar las relaciones que se dan entre instituciones, entre instituciones y personas o solo entre personas.

5.2.1.4 Generación de grafos, métricas de análisis

Mediante el software Gephi 0.9.2 se realizó el análisis de las matrices de nodos y relaciones referidas anteriormente que resultan en la visualización de redes de relaciones (grafos) a las que se les calculan las siguientes métricas (Wasserman & Faust, 1994):

- **Grado:** Refleja las relaciones que se establecen dentro de la red entre los nodos que la conforman.
 - **Grado con peso:** Se define como el número de vínculos relacionados con un nodo dado que es interpretada como la oportunidad de influir o ser influido y permite estudiar una variedad de situaciones como el efecto del poder o el liderazgo, la satisfacción en la gestión del recurso hídrico y la dinámica del conocimiento.
 - **Centralidad de Intermediación:** mide la frecuencia con que un nodo aparece en el camino más corto que conecta otros dos nodos. Expresa aspectos relacionados con el control de flujos, con la capacidad de mantener unidas las partes de una red, se identifican nodos de paso obligado. Se puede interpretar como un indicador de poder y acceso a la diversidad que fluye o como un potencial sintetizador
- ss
- **Centralidad de grado:** Corresponde a los nodos que poseen un mayor número de enlaces con los demás. Para grafos dirigidos, se pueden definir dos medidas de centralidad de grado diferentes, correspondientes al grado de entrada que indica la percepción de los demás sobre un nodo específico y el de salida que da una idea de la percepción de un nodo sobre todos los otros.

5.2.2 Taller: Definición de Incertidumbres estrategias XLRM

Este taller busca, a partir de la definición y convocatoria de los actores claves identificados en la caracterización de actores, determinar de manera concertada tanto las variables que corresponden a incertidumbres en la asignación de agua en la cuenca, como también las estrategias de gestión. De esta manera, se espera que los valores usados para la modelación resulten de un proceso informado entre las partes.

La combinación de incertidumbres y estrategias permiten vislumbrar una amplia gama escenarios a partir de los cuales los tomadores de decisiones pueden informarse sobre las mejores condiciones de asignación de agua en la cuenca. Los objetivos, estructura y momentos de este taller se detallan en el componente de prospectiva de este documento.

5.2.3 Taller: presentación de resultados preliminares

Una vez surtido el proceso de construcción, calibración y corrida del modelo soporte de decisiones en WEAP, los resultados de todos los escenarios serán presentados a los actores interesados a efectos de explicar la racionalidad e implicaciones de estos, además de identificar el o los escenarios que resultarían apropiados para las partes.

De igual forma, se generan espacios para recibir comentarios y sugerencias que ayuden a realizar los ajustes finales del proceso de modelación con fines a la reglamentación.

5.3 Diagnóstico

5.3.1 Características físicas de la cuenca y sus afluentes priorizados

Este componente se trabajará mediante la información y metodologías estipuladas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM en el documento de “Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas E Hidrogeológicas de Colombia” a escala 1:500.000, que tiene como base y ajusta las delimitaciones y codificación que se realizaron desde el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT y que son objeto de la Resolución 0337 de 1978 (HIMAT, 1978). Posteriormente en el año 2010 se realiza en convenio con el IGAC, la zonificación hidrográfica de Colombia que se dispone a los usuarios como referente para la planificación y ordenación del territorio. Este producto, en los siguientes años se ajusta con base en las observaciones del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDT, 2010) y de las autoridades ambientales.

5.3.1.1 Hidrografía, codificación y sectorización hidrográfica de la cuenca

La metodología de la zonificación de unidades hidrográficas se basará en los procedimientos establecidos en la Resolución 0337 en 1978 por el HIMAT (hoy IDEAM). El propósito de esta zonificación fue identificar las cuencas donde se encontraban emplazadas las estaciones hidrometeorológicas, para asignarle, un código numérico de cuatro dígitos que permitiera relacionar la cuenca con la estación hidrológica o meteorológica. Partiendo de ese trabajo inicial, se estructuró la red hidrográfica de Colombia para esta versión de zonificación y codificación, con la cartografía oficial del IGAC en formato shape y MDX (digital) a escala 1:500.000.

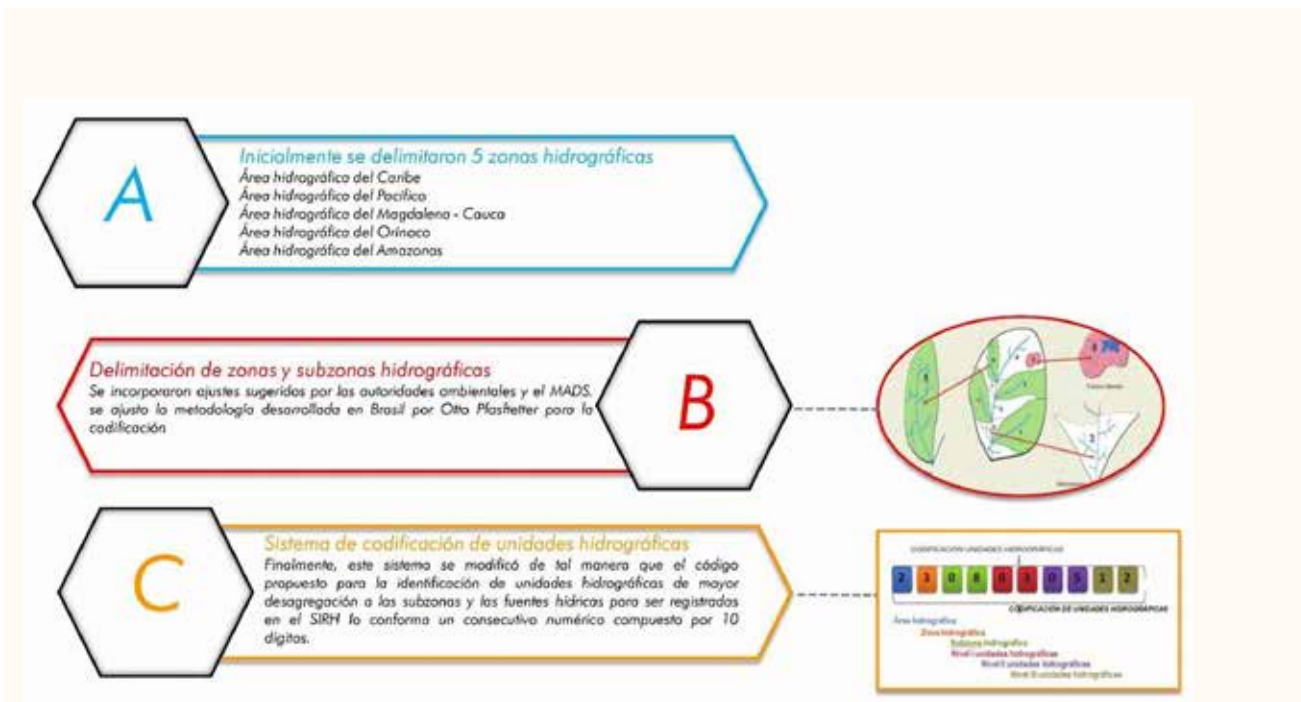


Figura 3. Zonificación hidrográfica en Colombia (Fuente: Resolución 0337 en 1978)

Continuando con la metodología de la sectorización hidrográfica propuesta por IDEAM, se trabajará los primeros 4 dígitos del sistema de codificación de unidades hidrográficas como zonificación hidrográfica nacional, cumpliendo lo que se observa en el siguiente infograma:



Figura 4. Zonificación Hidrográfica en Colombia (IDEAM 2013)

El área de la cuenca del Río Juanambú (perteneciente a la Zona Hidrográfica del Patía) es de 2.08 km² y comprende los municipios de Pasto, Chachagüí, Buesaco, Tablón de Gómez, San José de Albán, Arboleda, San Pedro de Cartago, San Lorenzo, Taminango, Tambo, El Peñol, Nariño, La Florida y Tangua. (CORPONARIÑO, 2012).

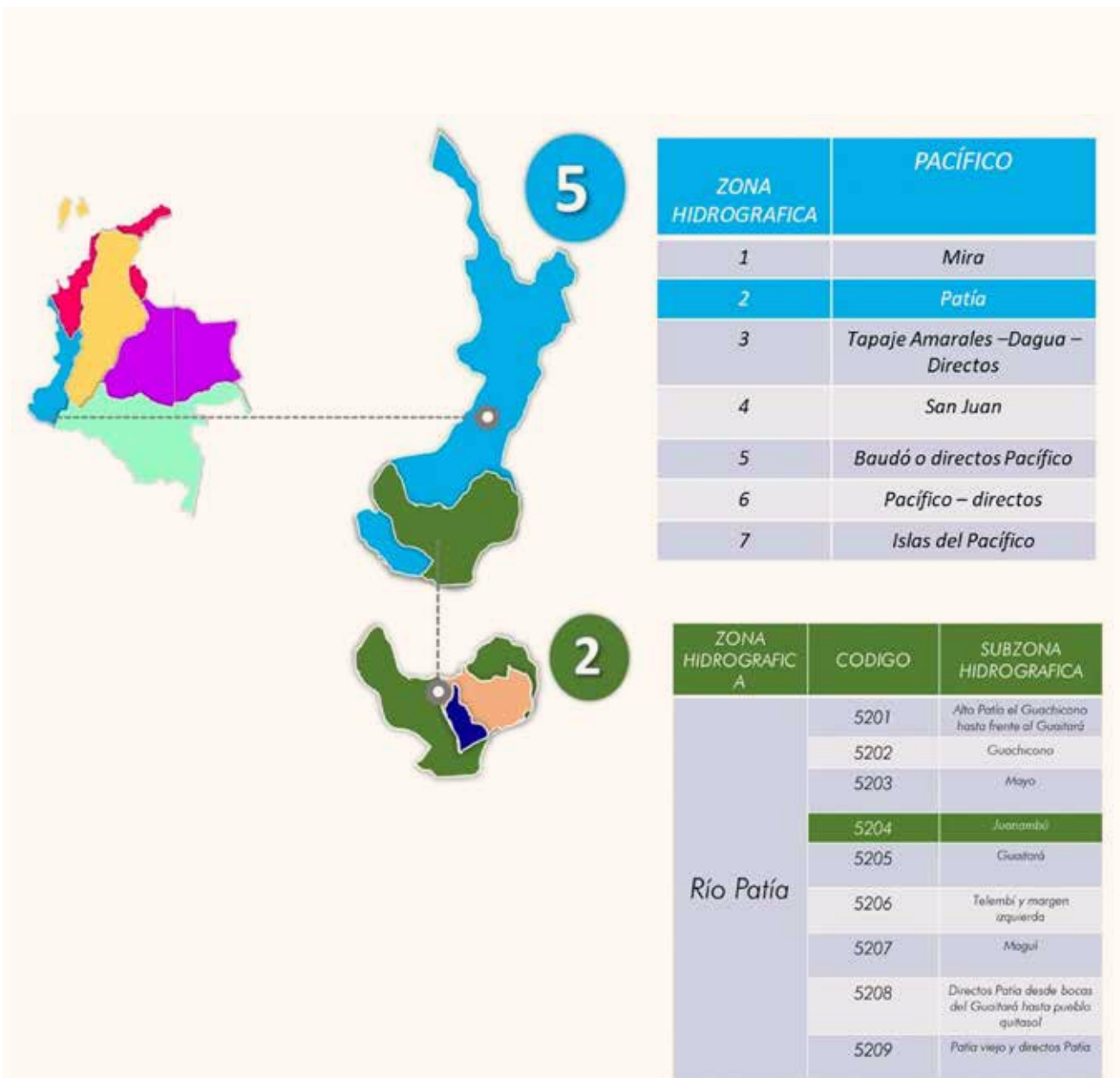


Figura 5. Subzonas Hidrográficas (IDEAM 2013)

En esta cuenca la población se distribuye en gran proporción en la zona rural (70%), mientras que la población restante (30%) se ubica en las cabeceras municipales, siendo la ciudad de San Juan de Pasto, capital departamental, el mayor núcleo urbano.



Figura 6. Unidad Hidrográfica (IDEAM 2013)

Dadas las características y necesidades del proyecto, se ampliará el análisis a una parte de la cuenca del río Bobo, puesto que hace parte del sistema hídrico de la ciudad de Pasto. La codificación de esta cuenca es diferente debido a que se encuentra en la subzona hidrográfica del Río Guaitara que según la metodología planteada se debe realizar de la siguiente manera:

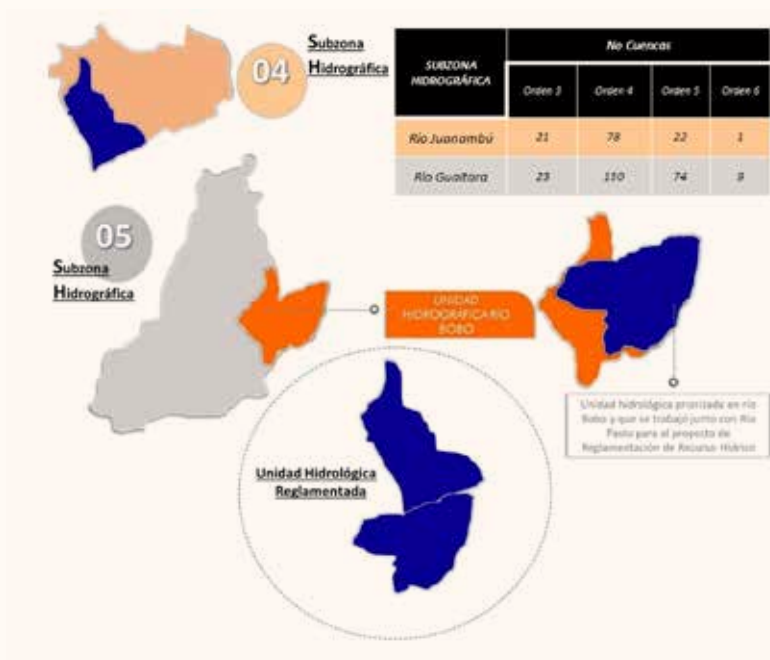


Figura 7. Unidad Hidrológica Reglamentada (Fuente: Elaboración propia)

En el caso de las unidades hidrográficas nivel I y II, se trabajó el orden de la codificación en sus corrientes hídricas principales a partir del punto de entrega o desembocadura y sentido por la derecha “contracorriente”. Se inicia la asignación de valores de forma consecutiva comenzando por 01 hasta que retorna al punto de desembocadura.

5.3.2 Morfometría

Con base en la “Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas” (Reyes Trujillo et al., 2010), se aplicaron diferentes métodos de análisis para caracterizar tanto la forma de la cuenca como la red de drenaje.

5.3.2.1 Características morfométricas de la cuenca

Con relación a la forma se realizó el análisis de área, perímetro y forma, esta última a través de los índices de compacidad, alargamiento y asimétrico, y el factor de forma. Además, se calculó la pendiente y elevación media de la cuenca por los métodos de Horton y área de elevación respectivamente, que da como resultado la curva hipsométrica de la cuenca.

5.3.2.2 Características de la Red de Drenaje

La caracterización de la red de drenaje de la cuenca se consolidó a partir de la longitud de la corriente principal, su perfil longitudinal y pendiente (Método de Taylor – Schwarz), además de la estimación del orden de la cuenca. También se calculó la densidad del drenaje e índice de torrencialidad y se hizo una estimación del tiempo de concentración.

5.3.3 Zonas Climáticas

Para la definición de zonas climáticas dentro de la cuenca del río Pasto, se tuvo como referencia la clasificación elaborada por IDEAM en el año 2014 (IDEAM 2014) mediante el uso de la metodología Caldas-Lang.

A partir de dicha información y mediante el uso del software Quantum GIS se elaboraron los procesos correspondientes para determinar los tipos y las áreas correspondientes de las zonas climáticas que se encuentran en las cuencas de interés.

5.3.4 Hidroclimatología

El desarrollo de este componente se realiza en cuatro etapas: El análisis de la información disponible, la selección de estaciones a usar en los análisis, la imputación de datos faltantes, y finalmente el análisis estadístico y geoestadístico.

5.3.4.1 Análisis de información disponible.

Para la elaboración del análisis hidroclimatológico de las cuencas del río Pasto se procedió a revisar la información de estaciones del IDEAM con registros diarios suministrada por CORPONARIÑO, a partir de las cuales se estableció el total de estaciones disponibles y las variables climáticas que registra cada una. Se espera establecer:

- Total de estaciones disponibles en la base de datos IDEAM.
- Estaciones en las zonas de influencia de la cuenca del río Pasto (Buffer de 50 km alrededor de la cuenca)
- Variables climáticas disponibles en cada estación.

5.3.4.2 Selección de estaciones para análisis

Un manejo inicial a la base de datos IDEAM consistió en realizar un filtro de estaciones por ubicación geográfica, mediante la implementación de un buffer a 50 km alrededor de la cuenca del río Pasto.

Posteriormente se seleccionaron las estaciones que registran las variables precipitación, temperatura media y humedad

relativa, que son necesarias para el modelo lluvia escorrentía a implementar en el software WEAP. Además, se tuvo en cuenta las estaciones con datos de caudales para efectos de la calibración y validación del modelo.

Adicionalmente, se aplicaron dos filtros adicionales para la selección de las estaciones de trabajo. Uno consistió en seleccionar aquellas estaciones cuyas series de tiempo no sean inferiores a 30 años ; y el otro, con un porcentaje máximo de registros faltantes inferior al 10% para precipitación, 15% para temperatura y 30% para humedad relativa. Todo el proceso de selección de estaciones se realizó mediante scripts desarrollados en el software R.

5.3.4.3 Imputación de datos faltantes

Con la información de las diferentes estaciones seleccionadas con datos periódicos diarios, se realizó el proceso de depuración e imputación de datos. La depuración, se enfocó en identificar valores extremos, atípicos o erróneos para su eliminación. Posteriormente se desarrolló la imputación usando el paquete redprec 0.4.0 del software R.Studio Version 1.2.5042 para los datos de precipitación, y en el caso de temperatura y humedad relativa, se completaron los valores faltantes a partir de los datos mensuales multianuales del mes respectivo. Con estas bases de datos depuradas e imputadas se consolidaron 4 tipos de base de datos así:

Base de datos	Diaria	Mensual	Anual	Mensual Multianual
Precipitación	Acumulada	Acumulada	Acumulada	Media Mensual
Temperatura	Media	Media	Media	Media Mensual
Humedad Relativa	Media	Media	Media	Media Mensual

Tabla 1. Bases de datos generadas a partir del proceso de depuración e imputación

De cada una de estas bases de datos se entregarán los respectivos archivos en formato .csv: Además, como valor agregado, se anexan visores online con la información de estas bases de datos que permitirán su consulta y filtrado dinámico. Es preciso aclarar que este último producto estará disponible para consulta online por espacio de 6 meses, debido a que este producto se desarrolla en una aplicación de prueba en el software Tableau cuya licencia se vence en el mes de septiembre.

5.3.4.4 Análisis estadístico y geoestadístico de datos

Una vez realizada la imputación de datos, se usarán la información en base diaria de los diferentes parámetros para construir análisis estadísticos gráficos para cada variable climática en cada estación. Estos contendrán información diaria, mensual y anual, con gráficos de líneas de series de tiempo que permiten observar algún patrón tendencial, gráficos de cajas para observar la distribución de los datos y la presencia de valores atípicos, y un histograma de frecuencias para los rangos de valores de mayor prevalencia. Adicionalmente, se realizará un gráfico de calor que condensa la información en base de mensual de toda la serie de datos.

Dado que el modelo hidrológico a desarrollar en el software WEAP se realizará en base mensual, se usaron las respectivas bases de datos, a partir de las cuales se implementó un script de interpolación de datos usando el software R, aplicando el análisis de distribución espacial distancia al Cuadrado (IDW), para observar la variación espacial, a escala de la cuenca, y temporal, a escala mensual de las variables: precipitación, temperatura y humedad relativa.

Este procesamiento se hizo para observar en mapas la dinámica del clima en la cuenca, además de disponer información para las unidades de análisis hidrológico-resultantes del proceso de priorización de usuarios del recurso hídrico en la cuenca (Ver caracterización y priorización de usuarios).

5.3.5 Oferta

La estimación de la oferta de agua se realiza usando uno de los modelos lluvia escorrentía que incorpora el software WEAP. Para su uso se usan datos climáticos e información de coberturas del suelo de la cuenca del río Pasto para proceder, una vez calibrado y validado el modelo, con la estimación de la oferta de agua.

5.3.5.1 Modelo Lluvia Escorrentía

La oferta de agua se calculó haciendo uso del software WEAP. En el cual se configuro el área de estudio como un set de unidades de análisis hidrológico contiguas que cubren toda la extensión de la cuenca (denominadas en WEAP como catchments). En cada catchment se desarrolla un método de lluvia escorrentía para calcular los caudales de las diferentes corrientes modeladas; para ello, se requiere información climática (precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento) y los diferentes tipos de coberturas/ usos de suelo del área de interés (Figura 1) (Sieber & Purkey, 2007). El modelo lluvia escorrentía de WEAP, corresponde a un modelo semi-distribuida, donde las unidades de análisis hidrológico (catchments) pueden representar zonas de diferente área. En cada una, se aplica el modelo lluvia escorrentía (Soil Moisture Method) que conceptualmente divide cada catchment en dos tanques o baldes. En el primero, en la parte superior, se representa la dinámica de almacenamiento y flujo de agua en la zona superficial o zona de raíces; mientras que el segundo, en la parte inferior, se realiza la dinámica en la zona profunda.

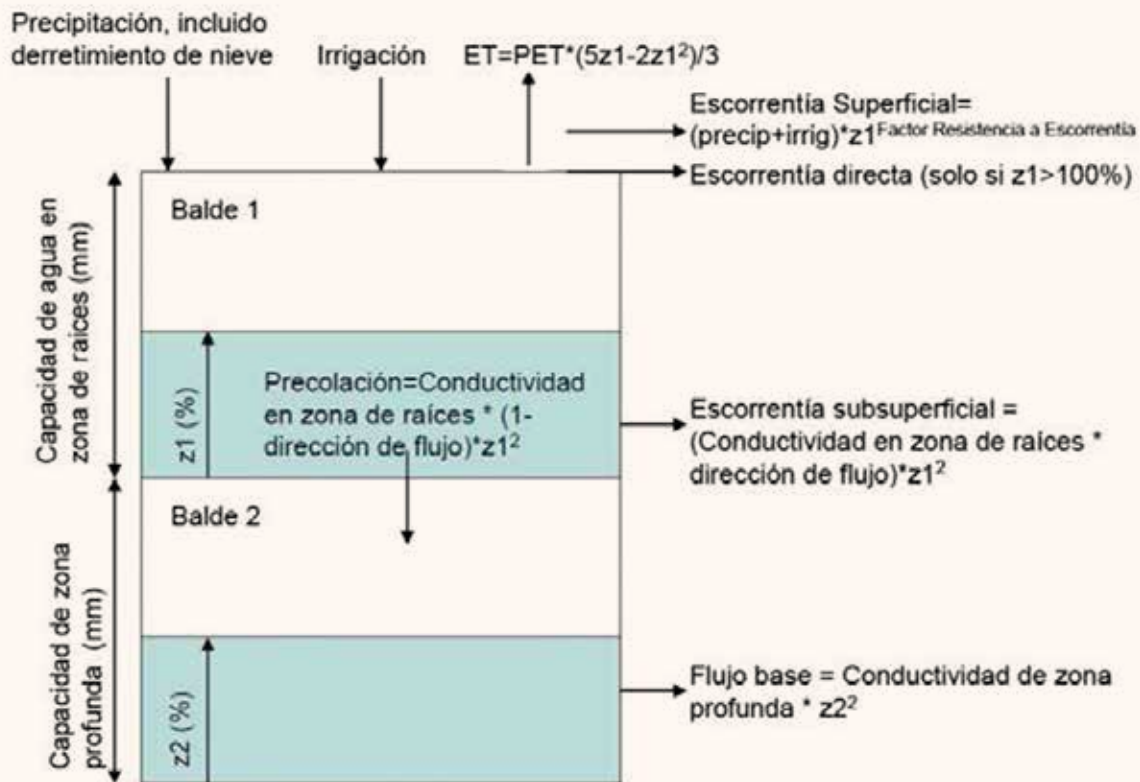


Figura 8. Diagrama conceptual y ecuaciones incorporadas en el modelo lluvia escorrentía de dos baldes en WEAP (Sieber & Purkey, 2007)

Los parámetros que considera el modelo doble tanque son las siguientes:

- Coeficiente del cultivo (Kc)

Es relativo a cada tipo de cultivo en las diferentes etapas de desarrollo.

- Capacidad de almacenamiento de agua en la zona de raíces (Sw)

La capacidad efectiva de retención de agua en la capa superior del suelo. Varía según el cultivo y se expresa en milímetros.

- Capacidad de almacenamiento de agua en la zona profunda (Dw)

La capacidad efectiva de retención de agua en la parte más profunda del suelo. Este valor varía por cada catchment y no por cada cultivo; se expresa en milímetros.

- Factor de resistencia a la escorrentía (RRF)

Usado para controlar la respuesta de la escorrentía superficial y está relacionado con otros factores como el índice del área foliar y la pendiente del terreno.

- Conductividad de zona de raíces (Ks)

Tasa de conductividad en la zona de raíces hasta la saturación total. Este se divide entre la dirección preferencial del flujo, el interflujo y el flujo hacia la capa inferior del suelo. La tasa puede variar entre los diferentes tipos de suelo.

- Conductividad de zona profunda (Kd)

Representa la tasa de conductividad en la zona profunda hasta la saturación total. El flujo base se controla mediante

este parámetro, pues incrementa en la medida que este lo haga y viceversa.

- Dirección preferencial de flujo (f)

Este parámetro es usado para la división del flujo superficial entre el interflujo y el flujo hacia la capa inferior del suelo (agua subterránea).

- Nivel de humedad en la zona de raíces (Z1)

Valor inicial de la modelación asignado como un porcentaje del total del almacenamiento efectivo de la capacidad de retención de agua en la zona de raíces.

- Nivel de humedad en la zona profunda (Z2)

Valor inicial de la modelación asignado como un porcentaje del total del almacenamiento efectivo de la capacidad de retención de agua en la zona profunda del suelo.

5.3.5.2 Clima

Las principales variables requeridas para estimar la oferta en el modelo hidrológico son: precipitación, temperatura y humedad relativa, para cada uno de los catchments.

Para obtener las series discriminadas para cada uno de los catchments, se deben desarrollar diferentes procesos mediante los Sistemas de Información Geográfica – SIG y paquetes computacionales para el manejo y análisis de datos como R, en el que se procesarán las bases de datos suministradas por el IDEAM y se generarán para cada catchment las series climáticas para los parámetros: precipitación, temperatura y humedad relativa.

5.3.5.3 Coberturas

En la Figura 9 se presenta la información de las coberturas del suelo en la cuenca del río Pasto fue suministrada por la Corporación. Dicha información fue generada a partir de la metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra en Colombia, desarrollada en el marco del proyecto de cobertura de la tierra “CORINE Land Cover” 1990 (CLC90).

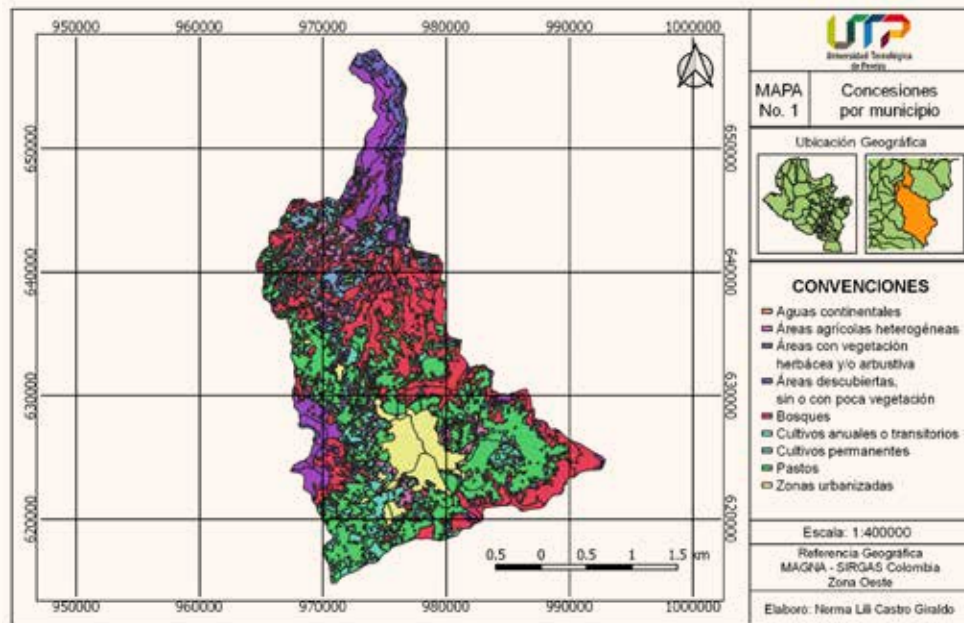


Figura 9. Mapa coberturas del suelo (Fuente: elaboración propia)

Para la clasificación se cuenta con diferentes niveles, siendo uno (1) el general, y a medida que se avanza se vuelve más específico. El uso de los niveles se hace de acuerdo con las necesidades del usuario y las limitaciones de información.

Para el caso de este proyecto, se utilizó el nivel dos (2) de la clasificación (Tabla 2).

Tabla 2. Coberturas en la cuenca del río Pasto

Cobertura	Área (Ha)
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	6820.27
Bosques	13564.36
Cultivos permanentes	2257.88
Cultivos anuales o transitorios	3884.96
Aguas continentales	6.96
Áreas agrícolas heterogéneas	2932.22
Pastos	14055.97
Zonas urbanizadas	3415.76
Áreas descubiertas, sin o con poca vegetación	1320.76

5.3.5.4 Calibración y verificación

La selección de los valores adecuados de los parámetros referidos anteriormente, para el modelo lluvia escorrentia, se realizó comparando las series de caudal promedio mensual modelado con el caudal medio mensual, observado de las estaciones limnigráficas de IDEAM Centenario – código:52047030, Universidad - código:52047010 y Providencia - código:52047040.

El proceso de calibración y validación se desarrolló en tres etapas. Primero se realizó la parametrización de los catchment ubicados aguas arriba de la estación limnigráfica de Centenario; posteriormente se hizo lo mismo en los catchments que drenan sus aguas entre esta estación y la estación limnigráfica de la Universidad; finalmente, se realizó la parametrización en los catchments de la zona baja de la cuenca en donde se utilizó la estación limnigráfica Providencia. Para estimar el grado de ajuste del modelo, se aplicaron los índices PBIAS, Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE),RSR y Pearson. Los resultados y su interpretación se realizan con base en los criterios referidos en Moriasi et al. (2007), que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Criterios de desempeño para estadísticas de calibración en modelos de escala mensual (Tomado de Moriasi et al., 2007)

Performance Rating	RSR	NSE	PBIAS (%)		
			Streamflow	Sediment	N, P
Very good	$0.00 \leq RSR \leq 0.50$	$0.75 < NSE \leq 1.00$	$PBIAS < \pm 10$	$PBIAS < \pm 15$	$PBIAS < \pm 25$
Good	$0.50 < RSR \leq 0.60$	$0.65 < NSE \leq 0.75$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 30$	$\pm 25 \leq PBIAS < \pm 40$
Satisfactory	$0.60 < RSR \leq 0.70$	$0.50 < NSE \leq 0.65$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 25$	$\pm 30 \leq PBIAS < \pm 55$	$\pm 40 \leq PBIAS < \pm 70$
Unsatisfactory	$RSR > 0.70$	$NSE \leq 0.50$	$PBIAS \geq \pm 25$	$PBIAS \geq \pm 55$	$PBIAS \geq \pm 70$

5.3.5.5 Oferta hídrica en la cuenca y sus afluentes priorizados

Una vez calibrado el modelo, se procederá a estimar para cada punto de interés (Captaciones) la curva de duración de caudales antes de las respectivas captaciones; también se indicará la oferta de agua media mensual multianual en estos mismos puntos, resultante de la corrida del modelo hidrológico en el periodo de observación 1984 – 2015. Es preciso aclarar que estos valores de oferta resultantes del modelo se generaron sobre los siguientes supuestos:

- El usuario capta como máximo la cantidad de agua concesionada
- La distribución del agua tiene las siguientes prioridades: Demanda Caudal Ecológico, Demanda Consumo Humano, Demanda Consumo Agropecuario, Demanda Industrial.
- En el año 2020 no existe acto administrativo que determine formalmente la fijación de una caudal ecológico. En este sentido las ofertas resultantes de la modelación y presentadas en los resultados, no están afectados por caudal ecológico.

La presentación de los resultados se agrupará por zonas de interés así:

- Usuarios priorizados aguas arriba de la bocatoma Buesaquillo EMPOPASTO en la parte alta del río Pasto.
- Usuarios priorizados Aguas arriba de la captación de Lope de EMPOPASTO
- Usuarios priorizados en el sector Mijitayo
- Usuarios Priorizados en la microcuenca Miraflores
- Usuarios Priorizados en municipio de Chachagüí
- Usuarios Priorizados en municipio de Nariño
- Usuario EMPOPASTO

5.3.6 Demanda

El presente capítulo se desarrollará con base a la información disponible en las diferentes entidades departamentales y nacionales encargadas de trabajar las temáticas referentes a los sectores domésticos, pecuarios, agrícolas y demás servicios comerciales e industriales que intervienen directa o indirectamente en la estimación y cálculo de la demanda.

De igual manera se utilizará bibliografía técnica contenida en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico en su última versión modificada mediante la Resolución 0330 de 2017, documento de Diagnóstico Institucional y Técnico de la Prestación de Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo realizado en los municipios de Nariño por parte del Plan Departamental de Agua PDA, bases de datos elaboradas por CORPONARIÑO donde se compila la información de PUEAA, concesión de aguas y demás trámites ambientales que se radican en CORPONARIÑO, además de la información levantada en campo por parte del equipo técnico que trabaja el presente proyecto.

Para entender de manera específica el cálculo y estimación de la demanda se tendrá en cuenta la cantidad o volumen de agua medido en millones de metros cúbicos (m³) en un tiempo y espacio determinado, utilizado para desarrollar todas las actividades humanas, que dentro de la cuenca se identifican en los sectores doméstico, pecuario y agrícola principalmente.

5.3.6.1 Demanda de Agua Uso Doméstico

Para definir el número de habitantes presentes en la cuenca se utilizará la información de proyecciones de población del censo DANE 2005. Para definir el nivel de complejidad del sistema y la dotación neta por habitante se utilizó la norma RAS 2017.

Con el fin de contextualizar la medición del recurso hídrico en función de su uso, es necesario conocer los conceptos en su aplicación. El estudio nacional del agua 2010, brinda una visión más clara acerca de la distribución del recurso en los diferentes sectores de consumo y producción (Tabla 4).

Conceptos	Universos de aplicación
Cadenas de consumo	Hogares
Consumo intermedio efectivo	Sector manufacturero
Requerimientos de riego	Sector pecuario y piscícola
Caudal ecológico y ambiental	Sector agrícola
Agua extraída no consumida	Sector energético
	Ecosistemas

Tabla 4. Conceptos y universos de aplicación de la demanda hídrica (Fuente: IDEAM 2010)

Según el estudio nacional del agua “El volumen de agua extraído es igual a los consumos, más el agua extraída no consumida (IDEAM, 2014), entonces bajo este concepto la extracción es definida en sus componentes de la siguiente manera:

$$Dh = \sum U$$

Dónde:

Dh: Demanda hídrica

U: Uso sectorial, doméstico y ecosistemas.

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Ccss + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Dónde:

Dh: Demanda hídrica

Ch: Consumo humano o doméstico

Csp: Consumo del sector primario

Csm: Consumo del sector manufacturero

Ccss: Consumo del sector servicios

Cea: Caudal ecológico y ambiental

Ce: Consumo del sector energía (hidroeléctrica y termoeléctrica)

Ca: Consumo del sector acuícola

Aenc: Agua extraída no consumida y no contabilizada (pérdidas)

Según la metodología de la norma RAS 2017 para el cálculo de la demanda se tiene en cuenta la población y la dotación bruta.

$$DUD = P \times dBruta$$

Dónde:

DUD: demanda de uso domestico

P: población, habitantes

dBruta: dotación bruta

$$d_{\text{Bruta}} = d_{\text{Neta}} / 1 - (\% \text{pérdidas})$$

Teniendo en cuenta lo anterior, la demanda hídrica es igual a la sumatoria de todos los usos sectoriales, considerando el número de habitantes por el consumo de agua por habitante al día medido en Litro/habitante/Día por un porcentaje de pérdidas del recurso.

Para el cálculo de la demanda hídrica se deberá definir el nivel de complejidad para la población hasta el año 2018, teniendo en cuenta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017 (Tabla 5).

Nivel de complejidad	Población en la zona	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

Tabla 5. Asignación del Nivel de Complejidad. (Fuente: Ministerio de vivienda, 2017).

Teniendo el nivel de complejidad de acuerdo con el número de habitantes, se obtiene la dotación neta que se determina según la Resolución 0330 de 2017.

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/hab.día)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Tabla 6. Dotación Neta Máxima por habitante según la altura del de la zona atendida. (Fuente: Resolución 0330 de 2017)

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frío o templado (l/hab.día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima cálido (l/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Tabla 7. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema para zona urbana (Fuente: Resolución 0330 de 2017)

Para el cálculo de la dotación bruta, se tendrá en cuenta el valor establecido anteriormente para la dotación neta. El valor de la dotación neta expresado en litro/habitante/día se transforma a m³/habitante/día, esta operación se hace dividiendo el valor entre 1000. Por otra parte, en el caso de la zona rural de toda la cuenca se seleccionó una dotación concertada con el equipo técnico del proyecto con base al conocimiento obtenido en campo de la zona de estudio que corresponde a 150 l/hab/día.

Se tendrán en cuenta las pérdidas técnicas del recurso, que corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s), y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio en los PUEAA, sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la planta potabilizadora, incluidos los consumos operaciones en la red.

Para los municipios que no tienen registros sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas se tomó como base del documento de Diagnóstico Institucional y Técnico de la Prestación de Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo realizado en los municipios de Nariño por parte del Plan Departamental de Agua PDA.

5.3.6.2 Demanda de Agua Uso Pecuario

Para el cálculo o estimación de la demanda para el sector pecuario se tendrá en cuenta la información del Censo Pecuario ICA 2017 (ICA 2017) y el Consolidado Agropecuario de Nariño 2017 a escala municipal, definiendo mediante la información contenida, el número de cabezas de ganado presente en cada municipio.

Se realizará una distribución de las cabezas de ganado en las áreas destinadas a uso de pastos según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Con la cobertura de pastos dentro de la cuenca y la información de cabezas de ganado por municipio, se distribuyeron según la capacidad de carga (cabezas de ganado/ha); sin embargo, para el caso de porcinos y aves, se asignó sobre las áreas rurales y municipales, dado que existen cría de traspatio donde se involucra áreas diferentes a los pastos.

Entonces, se tiene como primer insumo el número de animales de producción dentro de la cuenca, se tendrá en cuenta también los módulos de consumo para el sector pecuario contenidos en la resolución 112-2316 del 21 de junio de 2012. Para el cálculo de la demanda hídrica para el sector pecuario se utilizará la metodología ENA 2010 donde se define la estimación de la demanda hídrica pecuaria se presenta en términos del consumo de agua del hato (l/cabeza-día), y se

realiza mediante la adopción de módulos de consumo aplicados diferencialmente en la cadena de producción.

Dp = Cv, donde:

Dp: demanda pecuaria

Cv: consumo vital en la fase de cría, levante y terminación

Las pérdidas estimadas en el sector pecuario se asumen con 25%, 50% y 80%

La demanda para el sector pecuario, es igual al número de cabezas por consumo vital en sus diferentes fases de desarrollo, por el porcentaje de pérdidas asumido.

Dp = número de cabezas * consumo vital * pérdidas

5.3.6.3 Demanda de Agua Uso Agrícola.

El trabajo realizado para el cálculo de la demanda agrícola en la cuenca, implicó la búsqueda de información secundaria proveniente del consolidado agropecuario 2017 a escala municipal.

Para la ubicación de las zonas de cultivo se contrastó entre las coberturas vegetales del POMCA del Río Guaitara 2018, y la información recopilada en campo por parte de los profesionales de CORPONARIÑO. Obteniendo como resultado una ubicación aproximada la realidad. Dicho lo anterior se priorizaron los cultivos representativos y se agruparán los demás cultivos sembrados como “otros cultivos”. Por otra parte, a partir de la información climática cargada al modelo lluvia escorrentía de WEAP se calculó, la demanda teórica para riego de cada uno de los cultivos de los usuarios priorizados que usan el agua con destino al riego⁴.

En WEAP, la demanda teórica se calcula contabilizando, para cada intervalo de tiempo, si existe déficit de agua en el suelo para atender la demanda de agua de los cultivos. Para ello se establece en cada cultivo un umbral inferior de 50% de humedad que indica al programa que el área debe ser irrigada si la humedad del suelo es inferior a este valor; y un umbral superior de 90% de humedad del suelo, que indica al programa que una vez se llegue a este valor de humedad en el suelo debe detenerse el riego. Lo anterior se considera para la serie climática completa de 30 años para obtener un consumo teórico mensual multianual de riego para cada cultivo.

Los rangos de valores de coeficiente de cultivo usado en la calibración del modelo lluvia escorrentía se presentan en la Tabla 7

Cobertura	Kc Zona Alta	Kc Zona Media	Kc Zona Baja
Bosques	0.8	0.8	0.8
Vegetación Herbácea	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1
Cultivos Permanentes	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15
Cultivos Anuales	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15
Aguas Continentales	1	1	1
Áreas Agrícolas Heterogéneas	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15	1.05 - 1.15
Pastos	0.7	0.7	0.7
Zonas Urbanizadas	1	1	1
Áreas Descubiertas	1	1	1

Tabla 6. Kc por Cultivos

4. Cada usuario tiene unas condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa que hacen que un mismo tipo de cultivo pueda tener demandas de agua por hectárea diferente, dependiendo de su ubicación.

5.3.6.4 Demanda de Agua Uso Industrial

El cálculo de esta demanda se realizará a partir de una revisión documental en CORPONARIÑO sobre los proyectos generadores de vertimientos de tipo no doméstico que efectivamente se encuentren dentro de la jurisdicción de la cuenca.

Teniendo en cuenta, que en las características de la cuenca predominan actividades de carácter doméstico y agropecuario, la industria no presenta gran repercusión en los intereses de esta.

5.3.6.5 Caudales Ambientales

Los sitios en los cuales se estimará el caudal ambiental también hacen parte del modelo conceptual. En cuanto al cálculo, se aplicará una metodología de acuerdo con las disposiciones y condiciones concertadas con el equipo técnico de CORPONARIÑO, de tal manera que se utilice la información e insumos existentes, para generar un panorama enfocado en criterios hidrológicos y menos holísticos; estos últimos, serían ideales, pero en este caso no son aplicables debido a la carencia de información.

Por lo anterior, se usará una metodología que a diferencia de los métodos basados en históricos hidrológicos como es el caso de la Resolución 865 de 2004 y el método Q95, establece a partir de la curva de duración de caudales mensuales, con series de tiempo mínimas de 20 años, un caudal ecológico como porcentaje de los caudales que el río o quebrada ofrece; es decir, se destinaría un porcentaje del caudal del río o quebrada para caudal ecológico de acuerdo a las condiciones que éste presente.

En la siguiente tabla se visualiza los porcentajes de caudales ecológicos a utilizarse para los cálculos.

Caudales en el río a partir de la curva de duración de caudales.	Porcentaje de caudal ecológico
Caudal de Aguas Máximas Qp(0 – 24.66%)	50%
Caudal de Aguas Medias Qp(24.66 – 73.98%)	30%
Caudal de Aguas Bajas Qp(73.98 - 100%)	15%

Tabla 8. Caudales ecológicos como proporción del caudal antes del sitio de captación

5.3.6.6 Caracterización de usuarios de recurso hídrico en la cuenca VC

CORPONARIÑO otorga año tras año numerosas concesiones de agua a diferentes personas (tanto naturales, como jurídicas) con diferentes propósitos, por lo que es necesario para el proceso de reglamentación de una corriente, sean analizadas estas concesiones e identificadas las de mayor importancia, bien sea por la cantidad de agua otorgada o la importancia de un usuario específico.

Es así como se realizó la caracterización de los usuarios a partir de un análisis de la base de datos de concesiones de CORPONARIÑO. Este proceso se dio a través de las siguientes etapas:

- Revisión de inconsistencias

- Vigencia de la concesión
- Revisión de ubicación

Una vez revisada la base de datos se realizaron dos tipos de análisis, un análisis por usuarios por tipo de demanda, por municipio dentro de la cuenca, y un posterior proceso de priorización de usuarios, realizando análisis de Pareto en tres zonas de interés dentro de la cuenca: el área en la zona de influencia de la ciudad de Pasto, y las cabeceras municipales de los municipios de Chachagüi y Nariño.

5.3.6.6.1 Distribución de usuarios por tipo de demanda

El análisis de usuarios de la cuenca del río Pasto se realizó a partir de la base de datos de concesiones de CORPONARIÑO, ajustando las categorías de usos del recurso hídrico, de acuerdo con la clasificación estipulada en el decreto 1541 de 1978 del Ministerio de Agricultura, en el cual se definen los siguientes usos: Abastecimiento doméstico, riego y silvicultura, abastecimiento de abrevadero, uso industrial, generación térmica o nuclear electricidad, explotación minera y de tratamiento de minerales, explotación petrolera, inyección para generación geotérmica, generación hidroeléctrica, generación cinética directa, flotación de madera, transporte de minerales, acuicultura y pesca, y recreación y deportes. De acuerdo con la categorización reglamentaria, se analizó la distribución de los usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto, definiendo los principales usos para cada uno de los municipios que hacen parte de esta, empleando el software gestor de bases de datos Tableau.

5.3.6.6.2 Conflictos por uso del agua en la cuenca

Para el análisis de las denuncias interpuestas en CORPONARIÑO en los años 2016 a 2019, se clasificaron las denuncias de acuerdo con el tipo de conflicto, y su pertinencia en el proceso de reglamentación del recurso hídrico de la cuenca del río Pasto.

5.3.6.6.3 Priorización de Usuarios

Para la priorización de usuarios se analizaron las concesiones activas en la cuenca del río Pasto, que hayan sido otorgadas por la Corporación específicamente para los municipios de Pasto, Nariño y Chachagüi.

Para esto, se realizó un análisis de Pareto, que consiste en calcular el porcentaje de caudal que representa cada concesión frente al total de agua concesionada y organizar las concesiones de mayor a menor en un gráfico de barras. De esta forma, se analizaron los usuarios, usando el software Tableau, que representan el 80% del total del caudal concesionado, en cada uno de los municipios de interés.

De esta manera, se busca identificar la cantidad de usuarios que tienen el mayor porcentaje de agua concesionada, para así, enfocar la reglamentación en estos.

5.3.6.6.4 Distribución actual del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados

De acuerdo con la priorización de usuarios se caracterizaron los tipos de usuarios de la cuenca

5.3.7 Balance Hídrico

A partir del software WEAP, se describen los elementos del modelo que permiten estimar el balance hídrico para la cuenca del río Pasto. Este balance se realiza de acuerdo con el manual del software (Escobar & Vicuña, 2009).

WEAP como Sistema Soporte a la Decisión (SSD) WEAP, usa el principio básico de balance de masa, el cual puede ser utilizado para sistemas de abastecimiento de agua municipales y/o agrícolas, a una sola cuenca o a complejos

sistemas de cuencas hidrográficas, (Nacionales o Transfronterizos). Adicionalmente, puede simular una amplia gama de los componentes naturales e intervenidos de estos sistemas, incluyendo escorrentía por precipitación, flujo base, y recarga de aguas subterráneas por precipitación; análisis de demandas sectoriales; conservación del agua; derechos de agua y prioridades de asignación, operaciones de los embalses; generación de hidroelectricidad; seguimiento de la contaminación y calidad del agua; evaluaciones de vulnerabilidad, requisitos de los ecosistemas e incluso un módulo de análisis financiero, que no se desarrolla en este modelo, pero que permitiría que el usuario realice Análisis Económico para los proyectos de gestión de recursos hídricos.

La estructura de datos y el nivel de detalle se pueden modificar fácilmente para satisfacer los requisitos y la disponibilidad de datos para un sistema y un análisis particular (Purkey & Sieber, 2007).

5.3.7.1 Modelo conceptual

Así como se debe definir la ubicación y la temporalidad con la que se generará el modelo, se deben definir otras características, tales como la ubicación de los sitios de demanda, los puntos de interés y las áreas de interés para la modelación.

5.3.7.2 Nodos y módulos de Demanda

Los sitios de demanda en el modelo pueden ser los distritos de riego, centros poblados, tanto urbanos como rurales, las centrales de generación de energía, entre otros. Estos podrán detallarse o agruparse tanto como el propósito del modelo lo requiera.

Para el modelo de la reglamentación del río Pasto y sus afluentes priorizados, se precisará la demanda asociada a los usuarios principales resultantes de un proceso de priorización (Ver 5.3.6.6.3). Esto en la imposibilidad práctica de incorporar todas las demandas, incluso aquellas menores a 1l/s.

Para cada módulo se detallarán los módulos de demanda sobre los cuales se desarrollará la modelación en WEAP

5.3.7.3 Puntos de interés

Los puntos de interés en el modelo se definen con el propósito de conocer el valor del caudal en un momento determinado, bien sea para la calibración o la generación de escenarios de oferta de agua. Por lo tanto, deberían considerarse elementos como captaciones, estaciones de aforo, desembocadura de corrientes de interés en el estudio, entre otras.

Si bien, para los modelos que se han desarrollado anteriormente para la cuenca del río Pasto y su principal trasvase, ya se han definido puntos de interés; para este nuevo modelo, se deberán ajustar algunos de acuerdo con las nuevas zonas de interés definidas.

5.3.7.4 Unidades de análisis Hidrológico – Catchments

En el software WEAP las unidades de modelación o Catchments se pueden establecer a partir de cuencas hidrográficas ya definidas o puntos de interés. Así mismo, se puede agregar otro nivel de detalle con las fajas de elevación, para considerar las diferencias de temperatura que se presentan entre las partes bajas y altas de una cuenca.

Para la determinación de los Cathments, se seleccionaron los puntos de cierre de interés, los cuales corresponden a bocatomas de diferentes acueductos. A partir de esos puntos se realizó el cierre de las áreas de análisis con la misma metodología utilizada para la delimitación de cuencas, a partir de la divisoria de aguas más cercana al punto.

Por otro lado, es necesario adquirir el modelo de elevación digital del área de interés, para lo cual se utilizará la extensión del software Quantum GIS SRTM Downloader, el cual permite descargar modelos de elevación digital SRTM por sus siglas en inglés Shuttle Radar Topography Mission.

Con los modelos de elevación digital se busca conocer las diferencias altitudinales de la cuenca, las cuales se reclasificaron a 500 metros para obtener las bandas de elevación del área de interés, posteriormente el resultado fue vectorizado y se cruzó con las áreas de análisis delimitadas anteriormente.

El resultado de este cruce son los diferentes Catchments del modelo, los cuales fueron posteriormente codificados para su manejo.

5.3.8 Indicadores

5.3.8.1 Análisis de coberturas de la demanda

Para cada uno de los usuarios priorizados se calculará en las condiciones base o de referencia la cobertura media mensual, la cual resulta de la relación entre demanda bruta de un usuario dividida por el agua efectivamente captada.

$$Cobertura = 100 \frac{D_{bruta}}{Agua\ Captada}$$

La distribución adecuada del agua en una cuenca busca que este valor sea del 100% para todos los usuarios a lo largo del año. Estos cálculos se realizan automáticamente en el software WEAP.

A partir de este indicador se pueden identificar los siguientes casos:

- Coberturas del 100% para todos los usuarios en todo el año. Si este fuera el caso ideal, no se amerita la modificación de las concesiones.
- Coberturas < 100%. En este caso se podrían presentar las siguientes situaciones. 1- El agua de la concesión es insuficiente para atender la demanda, pero la fuente tiene agua suficiente tal que se podría aumentar la concesión. 2- La fuente no tiene el agua suficiente para suministrar el valor concesionado, en este caso el resultado sugeriría disminuir el valor concesionado y/o sugerir acciones de uso eficiente del agua para lograr el agua entregada sea suficiente para satisfacer la demanda. 3- La fuente no tiene el agua suficiente para suministrar el valor concesionado y las medidas de uso eficiente no son suficientes para lograr coberturas del 100%. En último caso se debe considerar la búsqueda de fuentes complementarias.

5.5.8.2 Índice de usos del Agua – IUA, cuenca río Pasto

Este indicador muestra la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales (IDEAM, 2010). Representa la presión por el uso sobre la oferta hídrica disponible superficial.

Se determina mediante la relación porcentual de la demanda de agua en relación con la oferta hídrica disponible.

$$IUA = (Dh/OHRD) * 100$$

Donde:

IUA: índice de uso del agua

Dh: Σ (volumen de agua extraída para usos sectoriales).

OHRD: oferta hídrica superficial disponible.

La categorización de condición de presión de la demanda sobre la oferta hídrica se define a partir de los mismos cinco rangos y categorías utilizados en el ENA, 2010: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Rango (DH/ OH)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>50	Muy Alto	La Presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01- 50	Alto	La Presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01- 0.20	Moderado	La Presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1-10	Bajo	La Presión de la demanda es Baja con respecto a la oferta disponible
≤1	Muy bajo	La Presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Tabla 9. Rangos y categorías del índice de uso de agua (IUA). (Fuente: IDEAM, 2010).

5.3.8.3 Índice de Regulación Hídrica – IRH, cuenca río Pasto

Este índice representa una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, 2010)

Se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$IRH = V_p/V_t$$

Donde:

IRH: Índice de Retención y Regulación Hídrica.

V_p: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios

V_t: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

El IRH es un indicador dimensional que varía entre 0 y 1. Los valores se agrupan para tener una descripción cualitativa desde muy alta capacidad de retención y regulación de humedad hasta muy baja. Los valores obtenidos se agrupan en rangos para facilitar la comparación entre unidades hídricas de análisis. A cada rango se le asigna una calificación cuantitativa.

Rango de Valores IRH	Categoría	Características
>0.85	Muy alto	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy alta
0.75 – 0.85	Alto	Capacidad de la cuenca para retener y regular Alta
0.65 – 0.75	Medio	Capacidad de la cuenca para retener y regular Medio
0.50 – 0.65	Bajo	Capacidad de la cuenca para retener y regular Bajo
<0.50	Muy bajo	Capacidad de la cuenca para retener y regular Muy Bajo

Tabla 10. Categorías del Índice de retención y regulación Hídrica (IRH) (Fuente. IDEAM 2013)

5.3.8.4 Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH, cuenca río Pasto

El Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico – IVH, estima el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o fenómenos meteorológicos podrían generar riesgos de desabastecimiento. (Estudio Nacional De Agua ENA, 2010).

El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA). Las categorías de este índice se presentan en la siguiente Tabla del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) c.p. (IDEAM, 2013), las cuales relacionan la información para establecer la vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico en la zona de interés.

Índice de Uso de Agua	Índice de Regulación	Categoría de Vulnerabilidad
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo
Muy Bajo	Moderado	Bajo
Muy Bajo	Bajo	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy Bajo	Alto
Alto A	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy Bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy Bajo	Muy Alto

Fuente (Estudio Nacional De Agua ENA, 2010)

Tabla 11. Categorías Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH

5.4 Prospectiva

5.4.1 Escenarios de Modelación (Metodología XLRM)

La metodología XLRM se enmarca en la necesidad que tienen las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs) de tomar decisiones en condiciones de alta incertidumbre. Tal es el caso de decidir sobre la modificación o no de las concesiones de agua en una cuenca particular.

Como lo muestra la Figura 10, las concesiones de agua son solo un elemento de los múltiples que intervienen en la definición de un balance hídrico. De un lado están aquellos aspectos que afectan la oferta de agua como el clima, la

geología y geomorfología, los usos y coberturas del suelo, la infraestructura de regulación (embalses y reservorios) o las normas (Concesiones, caudales ambientales, priorización de usos). Del otro lado, se encuentran aspectos que influyen en la demanda como el tipo y número de usuarios, sus tasas de crecimiento, el uso eficiente del agua, la eficiencia de la infraestructura de captación, aducción y distribución del agua y los niveles de consumo.

La mayoría de los aspectos mencionados varían espacial y temporalmente presentando una alta incertidumbre; por ello, el balance hídrico para un usuario específico o un conjunto de usuarios, en una microcuenca o cuenca particular, no debe mirarse con la información y circunstancias de un único momento y lugar. En este contexto la metodología XLRM propicia la evaluación de escenarios de gestión (decisión) para evaluar cuáles y cuántas podrían ser las implicaciones generadas por diversas condiciones de incertidumbre (Valencia et al., 2014).



Figura 10. Factores que afectan el balance hídrico (Fuente: Elaboración propia)

En la aplicación de la metodología XLRM se definen cuatro elementos de análisis: la incertidumbre externa (X), que corresponde a factores inevitables que no están bajo el manejo directo o indirecto de los tomadores de decisiones pero que tienen efecto sobre las estrategias aplicadas; las estrategias (L) que constituyen acciones y/o medidas a mediano plazo, que los tomadores de decisiones pueden considerar para afectar el sistema bajo de interés; las relaciones (R), para el caso de este proyecto, se construyen en el software WEAP para explorar potenciales estados futuros del sistema hídrico en la cuenca del río Pasto donde se prueban las estrategias evaluadas (L) frente a las diferentes combinaciones en que se manifiestan las incertidumbres (X). Finalmente, las medidas de desempeño (M), son indicadores o estándares de cumplimiento, como es el caso de la cobertura en lo concerniente a la gestión del agua en la cuenca (Lempert et al., 2000).

Bajo el marco general descrito anteriormente, se planearon reuniones con los principales actores priorizados.

5.4.1.1 Objetivo general del taller XLRM

Presentar el propósito de la modelación con relación a la reglamentación por usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto.

5.4.1.2 Objetivos específicos

- Explicar el desarrollo del modelo en el software WEAP para sustentar la toma de decisiones bajo incertidumbre.

- Presentar en el modelo las variables que representan incertidumbres y posibles estrategias de gestión
- Concertar el rango de valores que pueden tomar estas variables de acuerdo con el contexto local.

Resultados esperados

- Comprensión por parte de los asistentes de la lógica e intencionalidad de la modelación, en el marco del proceso de reglamentación por usos del recurso hídrico.
- Recolección de sugerencias y comentarios de los asistentes para mejorar la implementación del modelo WEAP.
- Definición de escenarios con los cuales se analizará la asignación de concesiones en la cuenca.

Sectores participantes

- Usuarios del recurso hídrico priorizados
- Instituciones del orden municipal y departamental (CAR, Gobernación, Alcaldía, etc.)

Momentos de la reunión

Registro – Presentación de objetivos – Avances del proyecto – Metodología de modelación XLRM – Escenarios de modelación – Retroalimentación y preguntas

5.4.1.3 Presentación

- Presentación de los objetivos del contrato 674 de 2019
- Avances del proyecto
- Caracterización de Actores
- Caracterización de Usuarios
- Coberturas y usos del suelo
- Procesamiento de datos climáticos
- Módulos de demanda
- Caudal Ecológico
- Visitas de inspección
- Índices (IUA, IRH, IVH)
- Reglamentación
- Metodología XLRM
- Modelo WEAP
- Calibración y validación del modelo lluvia escorrentía
- Escenarios de modelación
- Retroalimentación - Preguntas

5.4.2 Automatización

A partir de los resultados del taller de prospectiva XLRM, se preparará una plantilla en un archivo de Excel en el cual se recopilan valores de las variables definidas como fuentes de incertidumbre en la gestión del recurso hídrico, como también aquellas que podrían representar las posibles estrategias de gestión. Dentro de estas últimos es importante que el modelo contenga tres que son de importancia para CORPONARIÑO, la definición del caudal ecológico en las fuentes y puntos priorizados, la priorización de asignación según el tipo de usuario, y la asignación de caudales concesionados.

A continuación, la Figura 11 muestra el algoritmo para la automatización, la cual corre bajo script desarrollado en Visual Basic.

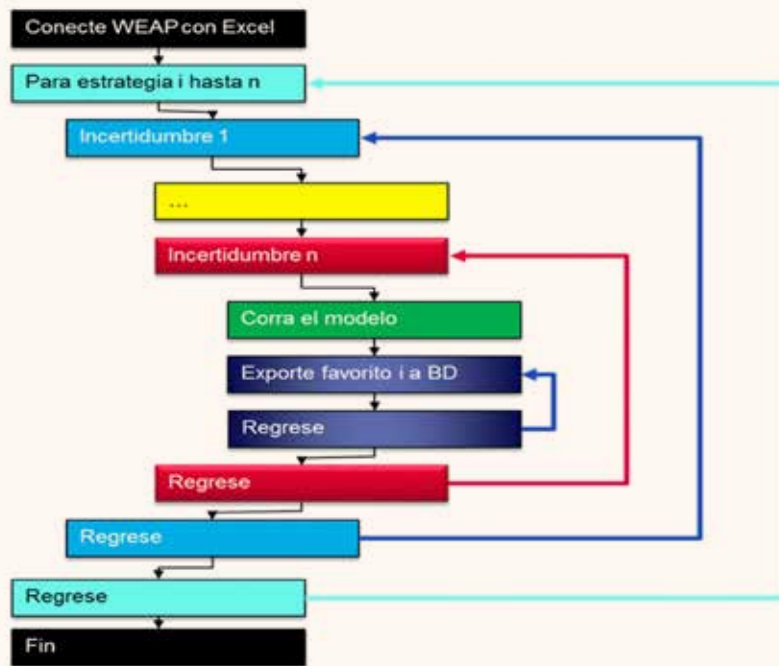


Figura 11. Algoritmo de automatización (Fuente: Elaboración propia).

5.4.3 Resultados del modelo

Los resultados de cada escenario modelado mediante la automatización se resumirán en una base de datos en Excel. Estos resultados corresponden, de acuerdo con la metodología XLRM, a las medidas de desempeño, las cuales para los propósitos del proceso de reglamentación hacen referencia a las coberturas promedio tanto para los usuarios como para el caudal ecológico.

$$CDU_t = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{CSU_{ij}}{DU_{ij}} * 100}{n}$$

CDU(i): Cobertura promedio de la demanda del usuario i, en el periodo de modelación, %.

CSU_i: Caudal suministrado para el usuario i, m3/mes

DU_{ij}: Demanda del usuario requerida por el usuario i en el mes j, m3/mes

n: Número de meses modelados.

$$CCEC_t = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{CC_{ij}}{CEC_{ij}} * 100}{n}$$

CCEC(i): Cobertura promedio del caudal ecológico de la corriente i, en el periodo de modelación, %. Si *100 >100%, se reporta como 100%

CCij: Caudal de la corriente i , en el mes j , m³/mes.

CECij: Caudal Ecológico requerido en la corriente i , en el mes j , m³/mes.

n: Número de meses modelados.

Los cálculos anteriores los realiza el software WEAP de manera automática para cada corriente de interés, en cada mes de modelación.

5.4.4 Análisis de escenarios

Dado que la cantidad de escenarios modelados podría exceder fácilmente los 50 , y que la base de datos de Excel de resultados podría tener más de 12000 registros de información (filas), se realizará una visualización mediante el software Tableau versión 2019.3. que es una plataforma de análisis integral más eficaz, segura y flexible que permite observar que estrategia de gestión se desempeña mejor ante el mayor número posible de incertidumbres.

Una vez obtenido un análisis general que describe la forma como opera el sistema hídrico modelado en sus diferentes áreas modeladas, se concertará con los actores cual o cuales escenarios deben orientar la asignación del agua. Esto se constituye en el resultado final más importante del proceso de reglamentación de los usos del agua.

5.4.5 Estrategias

Las estrategias de gestión del recurso hídrico pueden clasificarse en tres tipos:

- **Estrategias orientadas a la oferta:** son aquellas que permiten la regulación de caudales. Además, podrían ser una política de cambios para los usos del suelo, y el aumento de la oferta de agua mediante la regulación de caudales a través de embalses o reservorios, o el trasvase de agua desde otras cuencas.
- **Estrategias orientadas a la demanda:** buscan disminuir el agua demandada por parte los usuarios. Estas estrategias incluyen medidas para reducir agua no contabilizada y fomentar el uso eficiente del agua por parte de los usuarios que incentive una disminución de los consumos.
- **Estrategias de tipo administrativo:** Estas son propias de la entidad ambiental y pueden ser: la fijación de caudales ambientales, la priorización del tipo consumos y la asignación del agua mediante caudales concesionados.

5.4.6 Priorización de estrategias

La priorización de estrategias se realizará en el taller XLRM, como se mostró anteriormente. Se realizó mediante la visualización de toda la combinación posibles de incertidumbres y estrategias para explorar aquellas que generan los mayores valores de cobertura en todos los usuarios.

5.5 Reglamentación

5.5.1 Distribución del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados y lineamientos técnicos para modificación de actos administrativos de concesiones de agua

Para cada uno de los usuarios se presentará 2 fichas informativas que orienten el proceso de toma de decisión sobre si se ratifica o modifica una concesión.

La ficha numero 1 contiene información actual (año 2020) de la concesión e información disponible sobre la estructura de la demanda del usuario. También describirá información relacionada con la visita a la zona de captación.

En la ficha número 2 se usarán los resultados de modelación para inferir lo siguiente:

- Si la concesión de aguas es suficiente para atender la demanda de un usuario en las condiciones modeladas

- Si la oferta es suficiente para atender las necesidades de un usuario
- Si una estrategia de reconversión de usos de suelo de pastos a bosques (Reforestación) resulta significativa en términos de aumentar la oferta media del caudal en los sitios de captación.
- Si la reducción de la demanda bien sea disminuyendo pérdidas de agua en el sistema o disminuyendo consumos, podría lograr mejores coberturas
- Si hay conflictos potenciales entre usuarios que toman agua de una misma corriente.

A partir de lo anterior se recomendará modificar o ratificar la concesión, además de elaborar recomendaciones orientadas a la gestión de la demanda como al monitoreo de la oferta.

6. RESULTADOS

6.1 Aspectos socio económicos generales

Partiendo del enfoque metodológico para el análisis socioeconómico general de la cuenca, se trabajaron 3 componentes específicos: población, cobertura de servicios públicos y sectores productivos económicos más relevantes en la cuenca río Pasto. De tal manera que esta información se articule al componente de demanda hídrica que servirá de insumo e input para el modelo hidrológico de la cuenca.

6.1.1 Aspectos demográficos

Se describe específicamente los 7 municipios (ver figura 12) que conforman la cuenca río Pasto, de tal manera que se calculó el número de habitantes que efectivamente se ubican dentro de la unidad hidrológica de acuerdo con la ocupación territorial por municipio y eventualmente encontrar la densidad poblacional.

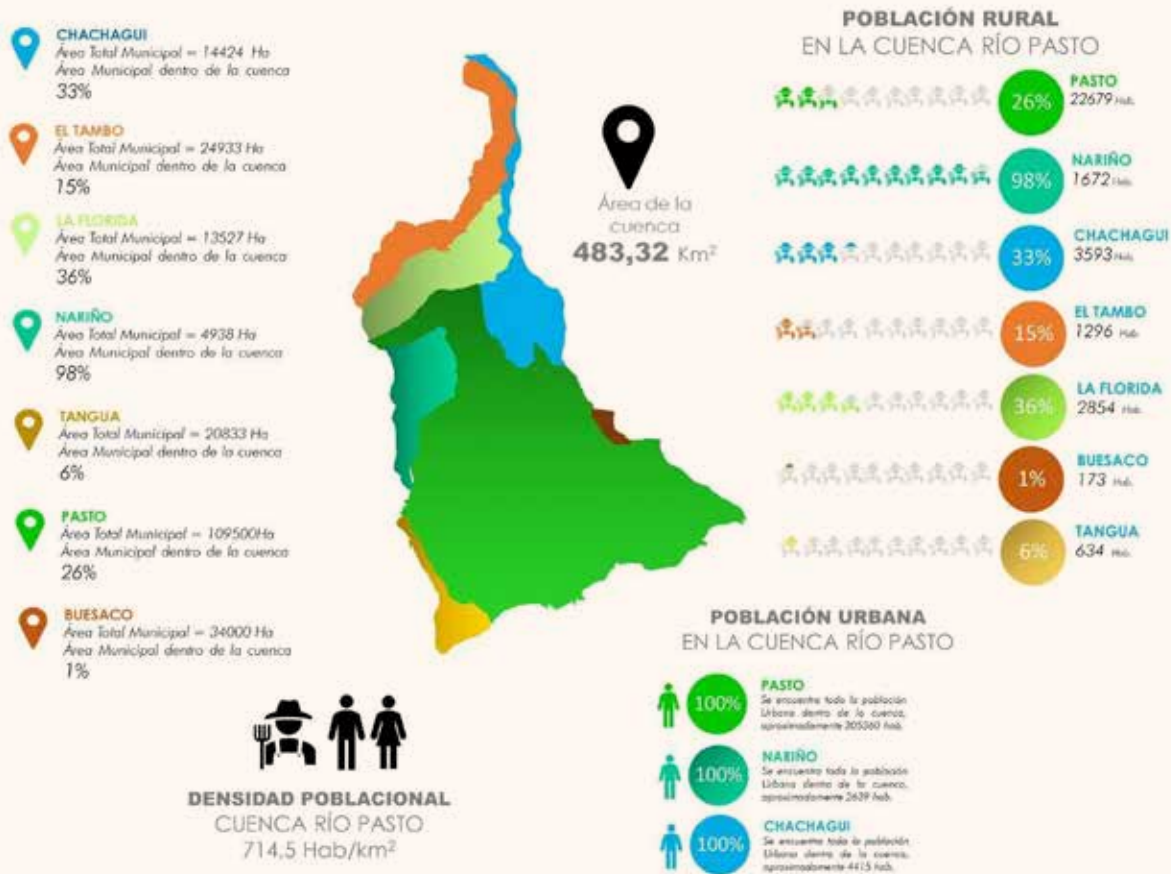


Figura 12. Distribución de población en la Cuenca

6.1.2 Sectores Productivos en la Cuenca

Es importante iniciar el componente socioeconómico de la cuenca con la clasificación fiscal de los municipios por la categoría fiscal a la cual pertenecen (DANE 2015) donde el municipio de Pasto es categoría 1 y los seis (6) municipios restantes son categoría 6.

Tabla 12. Categoría Municipal (Fuente: DNP 2018)

Cuenca	Municipio	Categoría municipal 2015	Extensión (Km ²)
Río Pasto	Buesaco	6	682
	Chachagüí	6	148
	El Tambo	6	282
	La Florida	6	143
	Nariño	6	50
	Pasto	1	1131
	Tangua	6	239

Lo anterior indica que un (1) municipio dentro de la cuenca tiene una población comprendida entre cien mil uno (100.001) y quinientos mil (500.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a cien mil (100.000) y hasta de cuatrocientos mil (400.000) salarios mínimos legales mensuales, y 6 municipios con población igual o inferior a diez mil (10.000) habitantes y con ingresos corrientes de libre destinación anuales no superiores a quince mil (15.000) salarios mínimos legales mensuales (Ley 17 de 2000).

Los indicadores que se describen a continuación se enfocan principalmente en las presiones más relevantes del desarrollo socioeconómico y los efectos que pueden generarse en la disponibilidad del agua en la cuenca. Se presenta información base adquirida en la documentación proporcionada por el Plan de Ordenamiento Territorial Departamental (POD), informes presentados por DANE en la última década y aportes realizados por el Ministerio de Comercio.

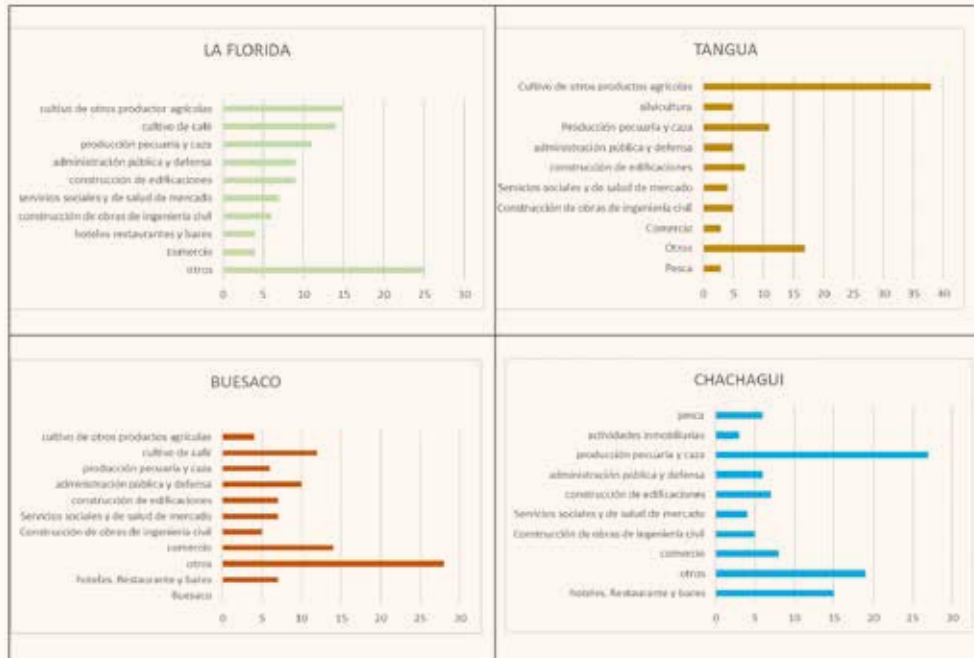
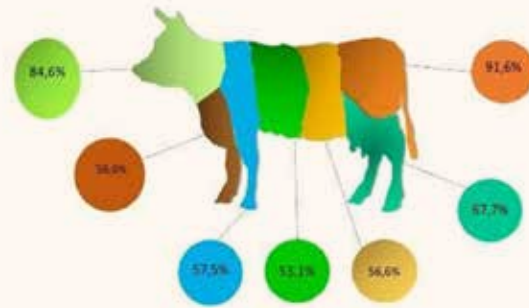
De acuerdo al PIB departamental entregado por el Ministerio de Comercio, Nariño participó con el 1.5%, es decir US\$3458 dolares PIB per cápita en el año 2019 (MINISTERIO DE COMERCIO, 2020), siendo las actividades económicas más relevantes la Educación; actividades de atención de la salud humana y servicios sociales con 26.4%, alojamiento y servicios de comida 19.8%, Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca con 14.8%, y construcción en 9.6%.

Según la información obtenida del POMCA Juanambú, se puede clasificar los municipios según los sectores de mayor importancia en la economía nacional, La Florida y Tangua municipios donde predomina el sector primario, y los municipios de Buesaco, Chachagüí, El Tambo, Nariño y Pasto donde hace presencia el sector terciario de la economía.

SECTORES ECONÓMICOS CUENCA RÍO PASTO



PARTICIPACIÓN AGROPECUARIA % POR MUNICIPIO





Municipio	Población urbana DANE 2020	Población urbana con sistema de acueducto 2020	Cobertura sistema acueducto urbano año 2020 (%)	Población rural DANE 2020	Población rural con sistema de acueducto	Cobertura sistema de acueducto rural año 2020
Pasto	381494	381494	100	74184	74184	100
Buesaco	6510	6510	100	19437	11238	57,82
Chachagüí	7336	7336	100	6709	6709	100
El Tambo	5299	5299	100	6421	6421	100
La Florida	1803	1803	100	7494	7494	100
Nariño	3848	3848	100	1226	1226	100
Tangua	2347	2347	100	6905	5183	75,06

FUENTE: Informe de Gestión Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua (IDSN, 2018).

Figura 13. Sectores económicos en la Cuenca del río Pasto

La vocación predominante en los municipios que conforman la cuenca de río Pasto es evidentemente establecida en el sector agropecuario, con algunas particularidades en el municipio de Pasto, donde el comercio y el sector turístico representan un importante sector económico como eje regulador de la cuenca.

Los valores específicos en los sectores pecuarios y agrícolas se verán reflejados en el componente de demanda hídrica, los cuales serán usados como insumo para el cálculo de las necesidades de agua por sector dentro de los territorios que hacen parte de la cuenca del río Pasto.

6.1.2.1 Alcantarillado

Otro importante servicio y altamente demandado en todos los asentamientos humanos es el acceso a sistemas de alcantarillado que brinden una adecuada recolección y disposición de las aguas residuales. Paradójicamente esta demanda no es correspondida por la oferta de este servicio, principalmente en zonas rurales y viviendas dispersas, explicado por diversas situaciones como la dinámica poblacional, la ubicación geográfica, topografía, limitación de recursos, que evitan que el acceso a este servicio sea prestado adecuadamente. En la Tabla 14 se puede visualizar el panorama en los municipios de interés.

Municipio	Cobertura sistema alcantarillado urbano año 2018	Cobertura sistema de alcantarillado rural año 2018
Pasto	77,60%	6,70%
Buesaco	100%	0%
Chachagüí	100%	0,30%
El Tambo	100%	19,30%
La Florida	100%	0%
Nariño	100%	0%
Tangua	100%	0%

Fuente: MVCT (2018)

Tabla 14. Coberturas del servicio de alcantarillado.

La tabla anterior describe que las zonas rurales tienen coberturas muy bajas o inexistentes, tan solo los municipios de Pasto y el Tambo cuentan con coberturas de alcantarillado entre un 5 a 20%. En contraste la cobertura en zona urbana es importante en este tipo de asentamientos, con excepción del casco urbano de Pasto que se encuentra por debajo del 80%.

El limitado acceso de este servicio genera un sinnúmero de situaciones riesgosas tanto para el ser humano como para los recursos naturales, puesto que la inexistencia de sistemas de alcantarillado conlleva a la generación de enfermedades diarreicas agudas (EDA), epidemias, aumento de focos de contaminación a causa de un inadecuado manejo de aguas residuales y cambios en la dinámica poblacional, que causan una vulneración a la calidad de vida de las personas

6.1.2.2 Aseo

Se visualizará la información sobre cobertura del servicio de aseo en zonas urbanas y rurales de los municipios suministrada por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio de acuerdo a los indicadores estratégicos sectoriales, aclarando que la cadena de valor del servicio de aseo consta de recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos, además de las actividades complementarias de barrido, limpieza y lavado de vías y áreas públicas, el corte de césped y poda de árboles en espacios públicos (Tabla 15)

Municipio	Cobertura servicio de aseo urbano año 2018	Cobertura servicio de aseo rural año 2018
Pasto	58,70%	0,08%
Buesaco	100%	0%
Chachagüí	100%	10,94%
El Tambo	100%	0,00%
La Florida	100%	63%
Nariño	100%	0%
Tangua	100%	0%

Fuente: MVCT (2018).

Tabla 15. Cobertura de servicio de aseo.

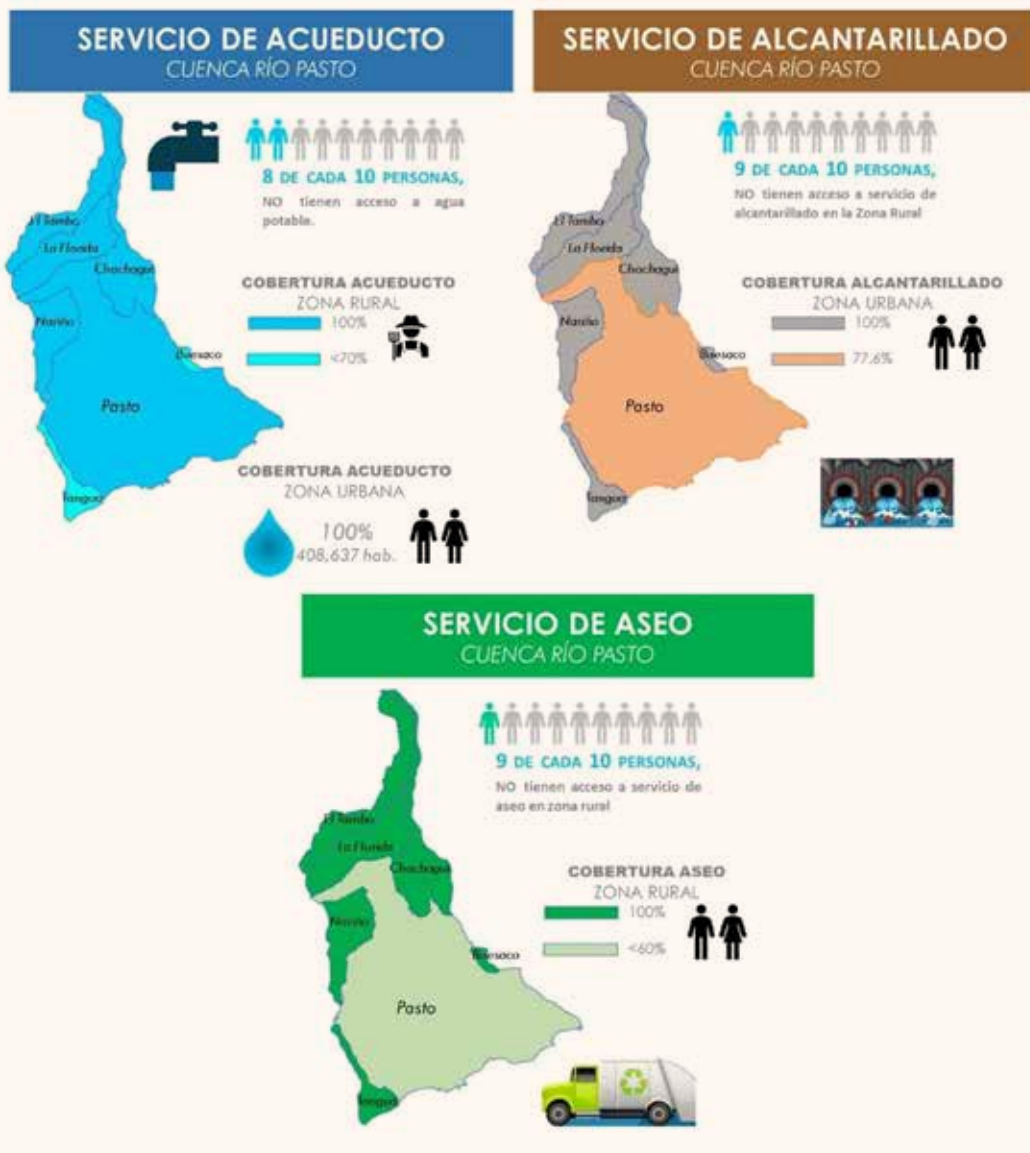


Figura 14. Coberturas servicios públicos en la cuenca

Al igual que en la cobertura de sistemas de alcantarillado, la carencia del servicio de aseo genera incrementos de focos de contaminación que degrada los factores ambientales aire, suelo y agua, proliferación de vectores, entre otros, que repercuten en la calidad de vida de la población. Por este motivo, es necesario realizar una importante inversión de recursos en estos componentes que permitan garantizar una adecuada gestión de los residuos sólidos en la cuenca del río Pasto.

6.2 Estrategias de participación

6.2.1 Caracterización de actores

6.2.1.1 Caracterización de actores identificados

Como resultado de las entrevistas se identificaron 114 actores del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto, el 71% de estos pertenecen al género masculino y el 29% al género femenino; estos actores identificados se vinculan con 33 entidades entre las cuales se encuentran: universidades, empresas, gremios, y sectores afines al recurso hídrico en la cuenca del río Pasto (Figura 15).

% de actores identificados por entidad de vinculación

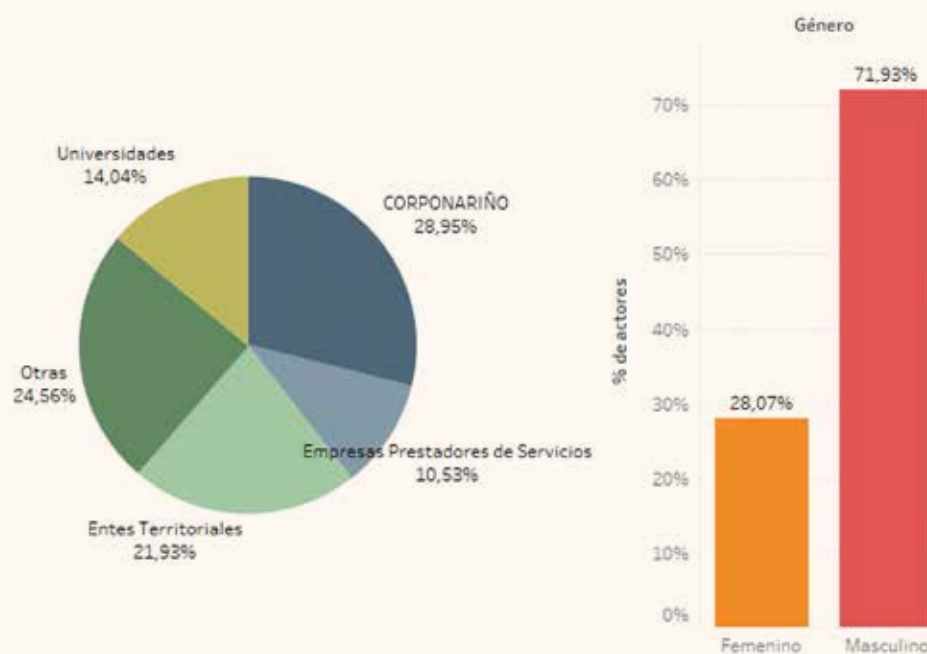


Figura 15. Caracterización actores identificados

En coherencia con lo anterior, la mayoría de los actores identificados (29%) se encuentran vinculados con CORPONARIÑO, un alto porcentaje que se relaciona con la naturaleza de esta institución como autoridad ambiental encargada de liderar el proceso de reglamentación del recurso hídrico para la cuenca del río Pasto. De manera particular, se identificaron 33 funcionarios de diferentes dependencias y cargos dentro de la entidad como se relaciona en el anexo “actores identificados”.

En ese orden de ideas, el 22% de los encuestados se encuentran vinculados con entes territoriales municipales y departamentales, el 12% de estos actores están vinculados con entes municipales como la Alcaldía de Pasto, la Alcaldía de Túquerres, y el Concejo Municipal de Pasto; el 8% restante, se vincula con la Gobernación de Nariño.

El 14% de los actores identificados durante el proceso de reglamentación se vinculan con Instituciones de Educación Superior, entre estas se encuentra la Universidad Mariana, la Universidad de Nariño, la Universidad Cooperativa, y la Universidad Tecnológica de Pereira; la vinculación de esta última universidad fue definida con el apoyo que se realiza a CORPONARIÑO en la reglamentación por usos del recurso hídrico de la cuenca del río Pasto.

Por otra parte, el 11% de los encuestados están vinculados con las empresas prestadoras de servicios públicos del departamento de Nariño. El 9% de los actores identificados se encuentran vinculados con la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto “EMPOPASTO”, empresa que se constituye como el principal usuario del recurso hídrico en la cuenca, encargada de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Pasto, con responsabilidad en la gestión integral del agua. El 3% restante de los actores se encuentra vinculado con la Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto S.A “EMAS” y con las Centrales Eléctricas de Nariño S.A E.S.P. “CEDENAR”.

Finalmente, el 25% restante de los actores identificados corresponden a líderes comunitarios y activistas (4%); actores vinculados con instituciones que se constituyen como una autoridad ambiental y autoridad científica de acuerdo con la estructura del SINA (4%); actores vinculados con entidades sin ánimo de lucro (3%); actores vinculados con instituciones pertenecientes al Ministerio público (3%); actores vinculados con empresas privadas (2%); y actores identificados en menor proporción (1%) que se encuentran vinculados con la Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, AVANTE, gremios, y el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN).

Mediante el uso del análisis de redes se consolida las relaciones que permiten comprender de manera gráfica las relaciones entre instituciones en la reglamentación por usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto. En esta figura los actores se representan con puntos y su vinculación se representa por el color del punto.

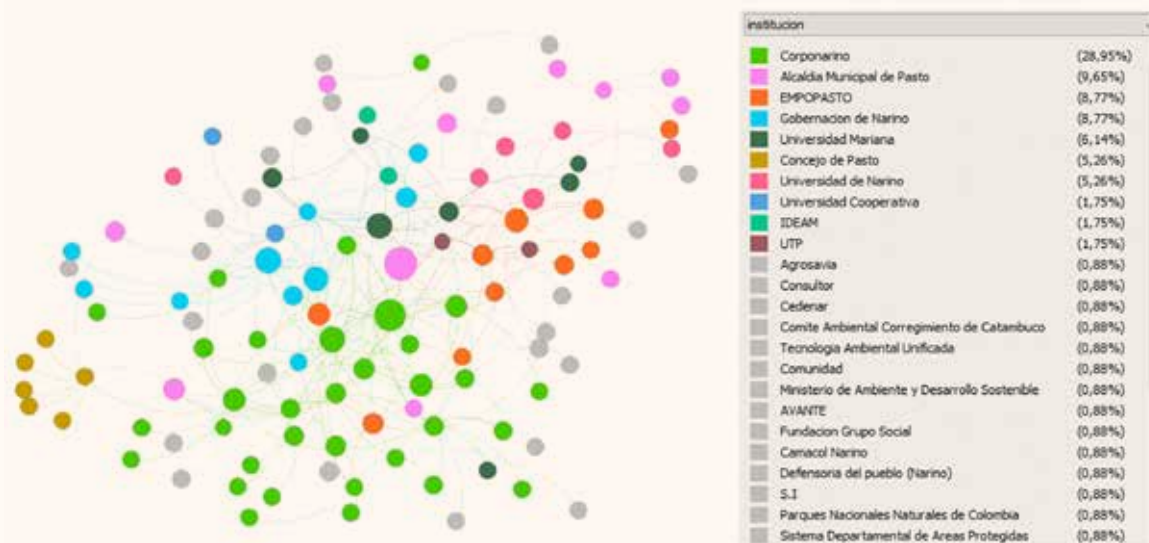


Figura 16. Actores identificación y vinculación (En color se identifica la filiación institucional de los entrevistados. Los nodos representados en gris representan menos del 1% de los entrevistados)

6.2.1.2 Caracterización de actores entrevistados

Como resultado de las entrevistas realizadas a 38⁵ actores identificados (Anexo 9.1), se muestra en la Figura 17 que el 47% se encuentra vinculado con CORPONARIÑO, entre estos: profesionales universitarios y especializados de la Corporación, que laboran principalmente en: la Subdirección De Conocimiento y Evaluación Ambiental (SUBCEA), la Subdirección de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental (SISA), la oficina de planeación (OPDE), entre otros.

Por otra parte, el 24% de los actores entrevistados se encuentran vinculados con las cuatro Universidades identificadas, el 11% de estos pertenecen al cuerpo docente de la Universidad Mariana, de manera particular a la Facultad de Ingeniería. Por otro lado, el 16% de los actores se encuentran vinculados con los entes Territoriales, de estos, el 4% se vincula con la Gobernación de Nariño, específicamente con las secretarías de planeación y de ambiente, con la dirección del riesgo del desastre, y con el Plan Departamental de Aguas (PDA).

% de actores entrevistados por entidad de vinculación

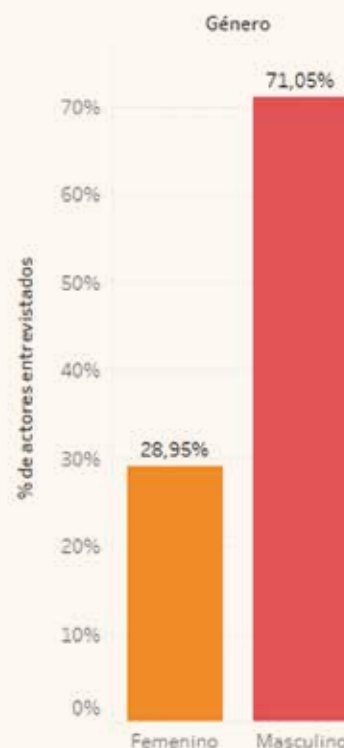
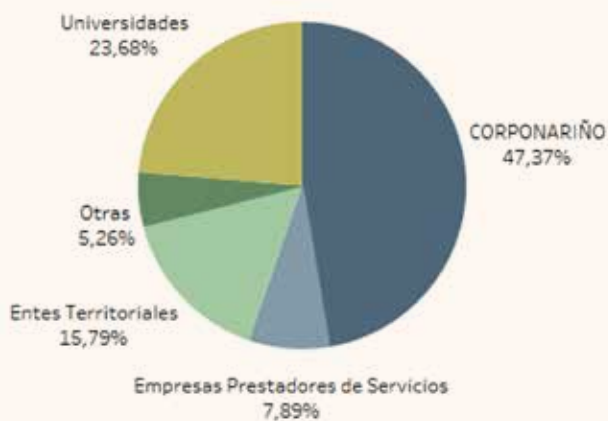


Figura 17. Caracterización actores entrevistados

Respecto al 13% restante de los actores entrevistados, el 8% de ellos se vinculan con EMPOPASTO, entre estos, se encuentran dos subgerentes de la empresa. Finalmente, el 5% de los entrevistados tiene vinculación laboral con el IDEAM y trabaja como consultor en procesos de gestión del agua en el Departamento de Nariño.

5. Este número corresponde a el 32.21% del total de personas identificadas como actores a través de las mismas entrevistas.

6.2.1.3 Entrevista estructurada

Como resultado de las entrevistas realizadas a los actores identificados, se encuentra que el 89,47% de los entrevistados consideran que la calidad del agua es el principal aspecto para tener en cuenta en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto, seguidos de la protección de la cuenca y la oferta de agua (Figura 18). Se resalta que el tema de concesiones de agua se percibe con menor importancia que los anteriores.

Además, algunos entrevistados identificaron otros aspectos importantes dentro de la gestión del recurso hídrico, como el trabajo interinstitucional, la apropiación comunitaria y el ordenamiento del recurso hídrico.

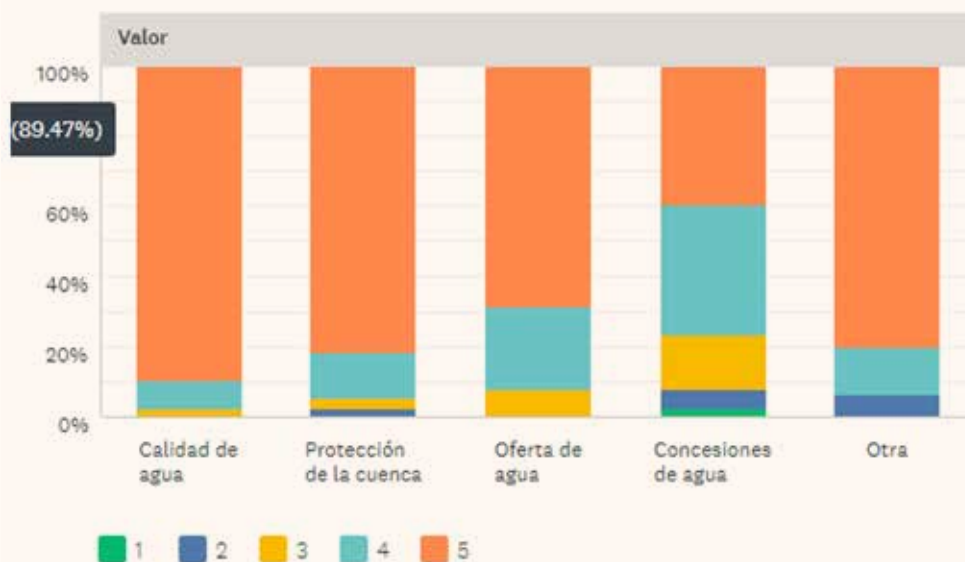


Figura 18. Percepción de entrevistados sobre aspectos de la gestión del recurso hídrico

En cuanto al nivel de conocimiento de los entrevistados, sobre el proceso de reglamentación por usos del recurso hídrico, el 70,27% consideran que su conocimiento es medio, el 16,22% tiene un alto conocimiento sobre el proceso y el 10,81% corresponde a un conocimiento bajo. De lo anterior, se observa la necesidad de desarrollar estrategias de comunicación más asertivas al respecto, que trasciendan la responsabilidad legal de informar sobre el proceso en radio, prensa y en la página web de CORPONARIÑO. Es importante, sin embargo, resaltar que las condiciones por la pandemia del Covid – 19 durante el año 2020, no fue posible hacer reuniones presenciales con los principales actores identificados como fue la idea original desde CORPONARIÑO. De lo anterior resultó que tanto las entrevistas como las reuniones con los actores, se hicieran por medios virtuales.

Por otra parte, el 92,11% de los entrevistados consideran que el proceso de reglamentación por usos del recurso hídrico de la cuenca del río Pasto, generaría un impacto positivo para sus entidades o empresas de vinculación, por su relevancia para el ordenamiento del territorio a través de los diferentes mecanismos de planificación existentes (POMCAS, POT, PSMV, PORH, etc.). Para los actores académicos, el conocimiento sobre la oferta y demanda del recurso hídrico contribuiría a fortalecer algunas actividades y procesos académicos. Así mismo, este proceso sería un referente para el ejercicio docente a nivel universitario.

6.2.2 Redes de actores, instituciones y sectores.

En las entrevistas realizadas, se preguntó por las personas que los entrevistados consideran son claves en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto. También se preguntó por la identificación de las instituciones y sectores consideradas más importantes en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto. Además, se preguntó por la percepción que se tiene sobre el desempeño de estas instituciones y sectores en cuanto a la gestión integral del agua en la cuenca.

6.2.2.1 Red de actores

En la Figura 19 se encuentran los diferentes actores (personas), reconocidas por su rol protagónico dentro de la gestión del recurso hídrico, caracterizados según su entidad de vinculación (en color) y su nivel de reconocimiento representado en el valor de grado de entrada con peso, que se representa en la Figura 19 con el tamaño de los círculos. Las personas reconocidas por un mayor número de entrevistados como actores claves, se representan en la red por los círculos.

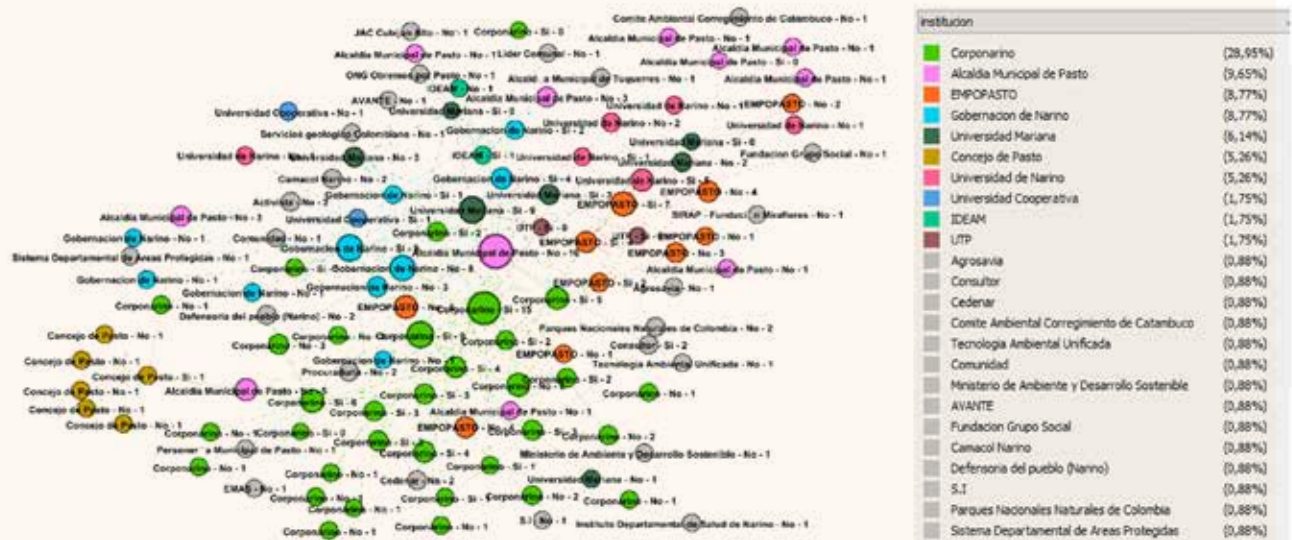


Figura 19. Red de actores. (Los actores representan personas que son consideradas por los entrevistados importantes en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto)

De acuerdo con esto, funcionarios de la Alcaldía Municipal de Pasto, CORPONARIÑO, EMPOPASTO, la Gobernación de Nariño y la Universidad Mariana, presentan el mayor nivel de reconocimiento como actores clave en el proceso de reglamentación por usos. Por otra parte, la nominación “si” y “no” que se encuentra sobre los actores de la red, se refiere a los que fueron entrevistados, evidenciándose que se logró entrevistar al 60% de los actores más reconocidos, aunque no se logró la comunicación con el actor del grado más alto (16) vinculado con la Alcaldía Municipal de Pasto, a pesar de múltiples intentos.

En la red de actores identificada se exploró por aquellos con mayor número de relaciones dentro de la red. Esto se logró analizando la medida de centralidad de intermediación para cada actor de la red. Los actores con mayores valores de centralidad de intermediación resultan importantes en los procesos de discusión y concertación que surgirán, puesto que ellos conectan e identifican actores de diferentes grupos de interés. Estos actores son considerados clave en el

proceso de reglamentación por usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto. En ese sentido, en la Figura 20 se observa que los actores que presentan un mayor valor de centralidad de intermediación (puntos de tamaño mayor) fueron entrevistados y tienen vinculación con CORPONARIÑO, EMPOPASTO, Gobernación de Nariño y Concejo municipal de Pasto, instituciones responsables de la gestión del recurso hídrico en el Departamento.

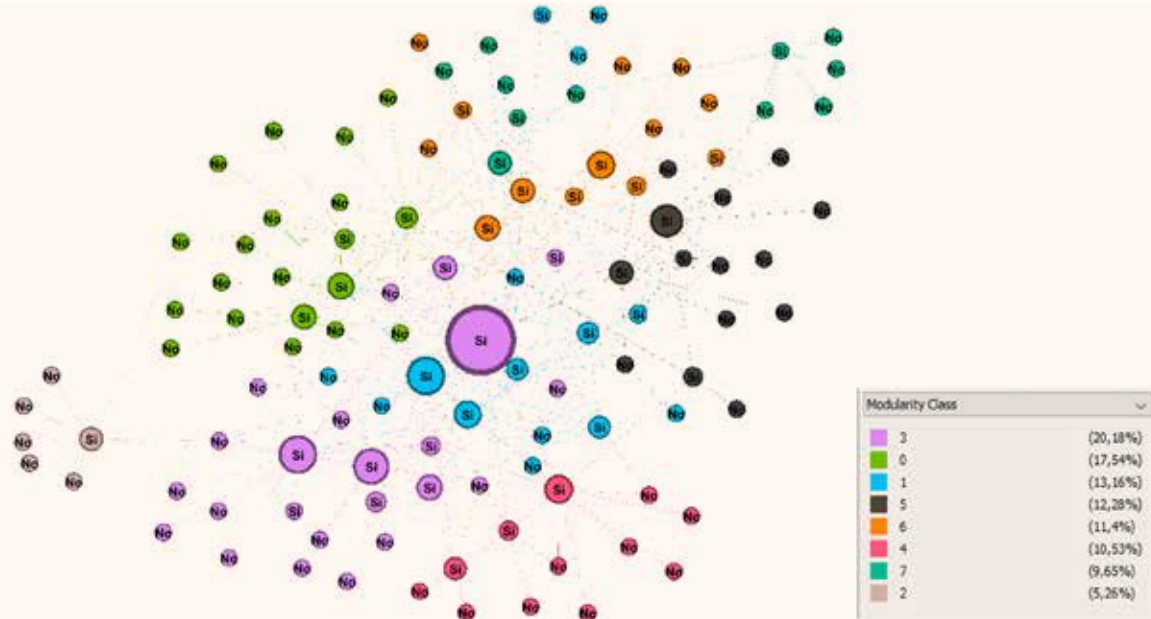


Figura 20. Medidas red de actores

6.2.2.2 Red de Instituciones

Los actores entrevistados identifican un total de 50 entidades públicas (Municipales/Departamentales) y empresas (Públicas o Privadas) que deben tener un rol de importancia en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto. En la Figura 21 se muestra que CORPONARIÑO, EMPOPASTO, la Gobernación de Nariño, Alcaldías, Universidad de Nariño, Universidad Mariana, EMAS S.A., y las Juntas Administradoras de Acueducto Local, son reconocidas como muy importantes por el 67% de los entrevistados; de manera particular, EMPOPASTO y CORPONARIÑO, son consideradas como las entidades que deberían tener el mayor rol protagónico en la gestión del agua en la cuenca del río Pasto, y particularmente en el proceso de reglamentación por usos.

Al analizar los resultados de las percepciones de los actores sobre las empresas y entidades, se evidencia que, aunque algunas de estas son valoradas con una significativa importancia, su desempeño es valorado como “medio” y “bajo” (anexo resultados). En ese sentido, en la Tabla 18 se indican las valoraciones otorgadas a las principales entidades y empresas que tienen un rol protagónico en la gestión del recurso hídrico para la cuenca del río Pasto. Entre estas, CORPONARIÑO y EMPOPASTO, son percibidas como las entidades con mayor importancia, la primera recibe una valoración promedio en su desempeño de “medio”, y la segunda tiene una valoración en su desempeño de “alta”.

En el caso de CORPONARIÑO, la mayoría de los entrevistados hacen referencia a su protagonismo en liderar los procesos de planificación del recurso hídrico a través de los diferentes instrumentos de planificación (POMCA, PORH, PSMV, etc); sin embargo, identifican aspectos como: el exceso de concesiones de agua, la baja capacidad de monitoreo y control, y la subordinación de aspectos técnicos de la gestión del agua a consideraciones de tipo político, según esto la mayoría de los entrevistados tienen la percepción de que consideraciones políticas y no técnicas prevalecerían en la toma de decisiones. Lo anterior explica que se obtenga una valoración de desempeño medio por parte de CORPONARIÑO. Para el caso de EMPOPASTO, el alto desempeño se explica en la presencia permanente en el territorio, en la incorporación de fuentes redundantes de abastecimiento para garantizar la cobertura plena de agua en la ciudad de Pasto sin que se identifiquen quejas u observaciones de racionamiento.

Institución	Grado	Importancia promedio	Desempeño promedio
CORPONARIÑO	29	4.7	2
EMPOPASTO	29	4.4	3
Gobernación de Nariño	18	4.1	2
Alcaldías	15	4.1	2
Universidad de Nariño	9	3.7	2.4
EMAS	8	3.8	2.4
JAAL	7	4.5	1.0
Universidad Mariana	7	3.6	2.1
Alcaldía de Pasto	6	4.5	2.0
PDA	6	4.3	2.0

Tabla 17. Valoración de la importancia y el desempeño de las principales entidades en la gestión del recurso hídrico

Por otro lado, la Gobernación de Nariño y las Alcaldías, son percibidas como importantes en la gestión del recurso hídrico y su desempeño es percibido en promedio como “medio”. Las últimas cinco entidades y empresas reconocidas recibieron una valoración en términos de su importancia de “medianamente importante” e “importante”, y una valoración en términos de desempeño de “medio”; de manera particular, las Juntas Administradoras de Acueductos Locales (JAAL) fueron valoradas con un bajo desempeño.

6.2.2.3 Red de Sectores

En la Figura 22 se observan los 12 sectores que fueron identificados por los actores entrevistados como aquellos

que tienen un rol protagónico. En esta se indica que, el sector agrícola, pecuario, industrial y de consumo humano, representan los sectores que tienen un mayor reconocimiento como claves en la gestión del recurso hídrico, de acuerdo con la percepción de los actores entrevistados. De manera particular, el sector agrícola fue reconocido por el 100% de los actores; el sector pecuario por el 76% de los actores y el sector industrial por el 58% de los actores, este grado de importancia se presenta por el tamaño del círculo en la figura.

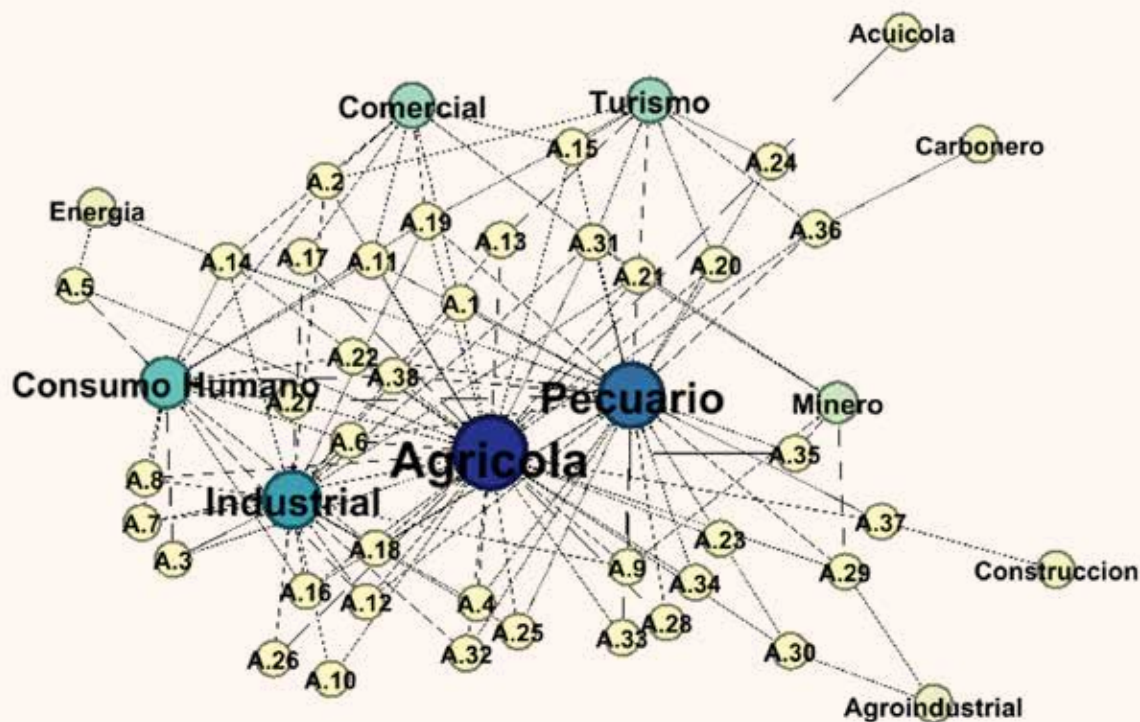


Figura 22. Sectores claves en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto.

Posteriormente, los actores establecieron su percepción sobre la importancia y el desempeño de estos sectores. Las escalas de valoración que se utilizaron se encuentran en las siguientes tablas:

Escala de valoración de la importancia:		Escala de valoración del desempeño:	
Escala	Valoración	Escala	Valoración
1	Nada importante	1	Bajo
2	Poco importante	2	Medio
3	Medianamente importante	3	Alto
4	Importante		
5	Muy importante		

Tabla 18. Percepción sobre la Importancia y desempeño de los sectores productivos en la gestión del agua en la cuenca del río Pasto.

Como resultado de esta valoración, en la Tabla 19 se relacionan los sectores con sus respectivos grados, porcentaje, importancia y desempeño promedio. Endicha tabla, se puede ver que, el sector agrícola es considerado como “Muy importante”, aunque su desempeño es valorado como “bajo”, en la gestión del recurso hídrico en la cuenca; de manera similar, otros sectores se perciben como “importante” y “muy importante”, aunque su desempeño es valorado como “bajo”.

Sector	Grado	Importancia promedio	Desempeño promedio
Agrícola	38	4.7	1.4
Pecuario	29	4.4	1.5
Industrial	22	4.4	1.5
Consumo Humano	15	4.5	1.7
Comercial	9	4.0	1.3
Turismo	9	3.8	1.3
Minero	5	3.8	1.8
Agroindustrial	2	4.5	2.0
Energía	2	3.5	1.0
Acuícola	1	5.0	--
Carbonero	1	3.0	1.0
Construcción	1	4.0	1.0

Tabla 19. Valoración de la importancia y el desempeño de los principales sectores en la gestión del recurso hídrico

De lo anterior, es importante anotar que el sector económico que se percibe como más representativo en la cuenca del río Pasto es el agropecuario, considerando la tradición cultural y la vocación agrícola de las áreas rurales de la cuenca. Característica que contrasta con la informalidad de los usuarios de este sector. No existe información detallada de estos usuarios, incluso algunos entrevistados sugieren que un número determinado de los mismos, que captan el agua de manera ilegal. Por otra parte, los entrevistados mencionan que realiza un uso poco eficiente del agua en este sector, bien sea porque se consume más agua de la requerida, debido a que las actividades de riego se realizan sin o con poco criterio técnico, o porque se lleva a cabo con tecnologías que propician el uso no eficiente del agua.

6.2.3 Taller Definición de Incertidumbres estrategias XLRM

Se realizaron 3 talleres de manera remota por video conferencia⁶, donde se presentó la metodología para la definición de incertidumbres y estrategias. Uno se desarrolló con funcionarios de EMPOPASTO y los dos restantes con las empresas de servicios públicos CORSEN y EMPOCHACHAGÜÍ. Los resultados de la definición de las estrategias e incertidumbres se muestran en el aparte 5.4.4 de este documento. Las actas de estos talleres se anexan como soporte para describir el desarrollo de estos (Anexo 9.2).

6. Esto se realizó de manera virtual debido a las limitaciones de desplazamiento ocasionadas por la PANDEMIA COVID – 19.

6.2.4 Taller presentación de resultados preliminares

Se realizó un taller con funcionarios de CORPONARIÑO, para presentar los resultados preliminares del proyecto. A efectos de recibir comentarios y retroalimentación. Se anexa acta resultante de este taller (Anexo 9.2).

6.3 Diagnóstico

6.3.1 Características físicas de la cuenca y sus afluentes priorizados

6.3.1.1 Hidrografía, codificación y sectorización hidrográfica

La identificación y codificación para los afluentes priorizados en el estudio, surge de la zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia (IDEAM 2013). Tal y como se explicó en la metodología para codificar las áreas de drenaje, esta se efectúa a partir de los códigos nacionales de las áreas, zonas y subzonas hidrográficas.

Id	Código	Nombre	X	Y
2071	52040563	Quebrada El Purgatorio	984467	625824
2073	52040564	Quebrada El Tejar	983139	626242
1384	52040543	Quebrada Mijitayo	974223	624320
2070	52040548	Sin nombre	983662	624565
1952	520405	Río Pasto	981039	624658
1955	52040543	Quebrada Mijitayo	975260	619118
1960	52040543	Quebrada Mijitayo	975078	624647
1968	52040566	Quebrada El Quinche	981014	626072
2004	52040566	Quebrada El Quinche	983062	629875
2051	52040545	Quebrada Miraflores	975501	619612
2031	52040543	Quebrada Mijitayo	972742	623152
2078	52040543	Quebrada Mijitayo	972864	622992
1376	52040566	Quebrada El Quinche	981328	626809
2009	52040543	Quebrada Mijitayo	972541	624122
2028	52040533	Quebrada Chorrillo	968079	633496
2059	52040533	Quebrada Chorrillo	968541	632504
2060	52040533	Quebrada Chorrillo	968995	632521
2546	52040533	Quebrada Chorrillo	969144	630406
1360	52040589	Río Bermudez	978779	636153
2053	52040590	Quebrada Alcala	978214	640992
1375	52040519	Quebrada Dolores	981867	623599
2014	52040513	Quebrada El Barbero	986358	622219
1985	52040589	Río Bermudez	979070	633754
2069	52040519	Quebrada Dolores	982052	623206
2090	52040564	Quebrada El Tejar	982953	628191
1980	52040566	Quebrada El Quinche	982569	629700
1364	52040566	Quebrada El Quinche	982289	628478
2013	52040545	Quebrada Miraflores	975331	619129
2041	52040566	Quebrada El Quinche	981085	626817
1405	52040545	Quebrada Miraflores	976642	622404
NA		NA	973070	624096

Tabla 20. Codificación de afluentes priorizados en la Cuenca Río Pasto

6.3.2 Morfometría

6.3.2.1 Características morfométricas de la cuenca

Se presentan resultados de índices basados en la forma de la cuenca y se describen las características de su relieve.

La cuenca del río Pasto tiene un área de 514,45 km², con un perímetro de 136,99 km y un ancho de 26,13 km. En el siguiente cuadro se encuentran los diferentes parámetros de forma de la cuenca.

Índice	Valor	Rango	Interpretación
Coficiente de compacidad (Kc)	1,69	Kc 1,00 – 1,25: Cuenca redonda a oval redonda Kc 1,25 – 1,50: Cuenca de oval redonda a oval oblonga Kc 1,50 – 1,75: Cuenca de oval oblonga a rectangular oblonga.	Cuenca de oval oblonga a rectangular oblonga
Factor de forma (F)	0,37	F > 1: Cuenca achatada, tendencia a la ocurrencia de avenidas. F < 1: Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas.	Cuenca alargada.
Índice de alargamiento (Ia)	1,41	Ia > 1: Cuenca alargada Ia = 1: Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto	Cuenca alargada
Índice asimétrico (Ias)	2,10	Ias > 1: Cauce principal bastante recargado a una de las vertientes Ias = 1: Distribución uniforme del cauce principal	Cauce principal bastante recargado a la vertiente izquierda,

(Fuente: Reyes Trujillo et al., 2010)

Tabla 21. Índices de forma

La Cuenca del río Pasto tomando como criterio su forma más larga que ancha - rectangular alargada presenta menor posibilidad de formación de avenidas torrenciales. El cauce principal se encuentra recargado en la vertiente izquierda de la cuenca, lo cual indica que un porcentaje mayor del área de la cuenca se encuentra sobre su vertiente izquierda. Es implica una heterogeneidad en la distribución de la red de drenaje, aumentando la descarga hídrica de la cuenca a esta vertiente, de igual forma ocurre con los niveles de erodabilidad a causa de los eventos de escorrentía superficial generados.

6.3.2.1.2 Relieve de la cuenca

La cuenca del río Pasto presenta un relieve muy fuertemente accidentado con una pendiente media de 35,4%. Esto influye directamente en procesos de erosión, dado que, al tener una alta pendiente se produce una mayor velocidad de escorrentía, que a su vez se asocia a un mayor arrastre de sedimentos.

Intervalos de curvas de nivel	Elevación media (Ei) msnm	Área entre curvas de nivel (Ai) km ²	Ai * Ei (km ² * msnm)	% del total	% sobre el área inferior
900-1150	1025	5.700	5842.5	1.1	100.0
1150-1400	1275	10.925	13929.375	2.1	98.9
1400-1650	1525	16.625	25353.125	3.2	96.8
1650-1900	1775	31.825	56489.375	6.2	93.5
1900-2150	2025	54.625	110615.625	10.6	87.3
2150-2400	2275	65.075	148045.625	12.7	76.7
2400-2650	2525	72.675	183504.375	14.1	64.0
2650-2900	2775	98.375	272990.625	19.2	49.9
2900-3150	3025	89.775	271569.375	17.5	30.7
3150-3650	3400	58.525	198985	11.4	13.2
3650-3900	3775	9.025	34069.375	1.8	1.8
3900-4150	4025	0.475	1911.875	0.1	0.1
TOTAL		513.625	1323306.25	100.0	0

Tabla 22. Datos área elevación

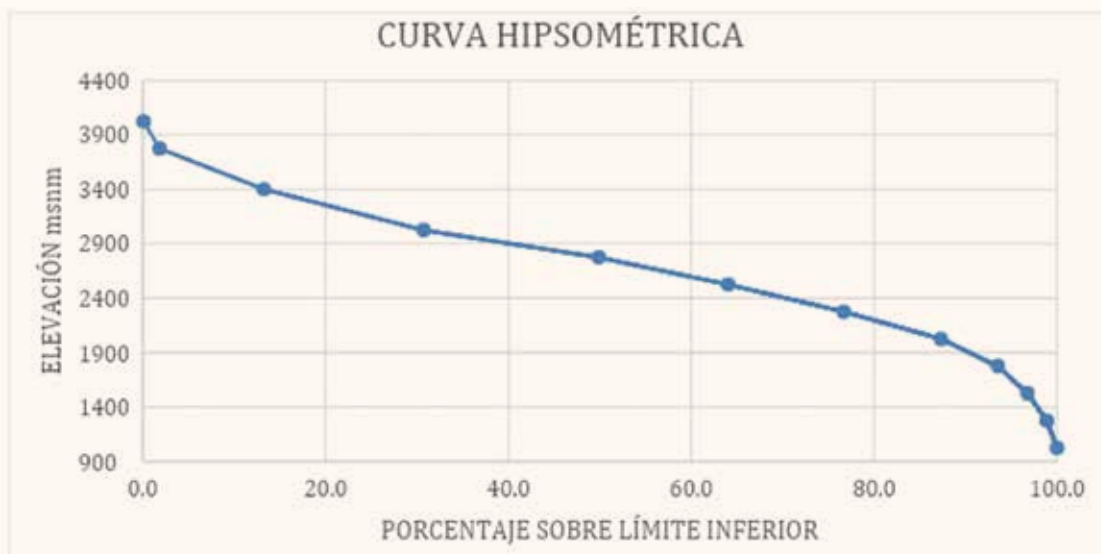


Figura 23. Curva hipsométrica

De la gráfica que representa la curva hipsométrica se puede inferir que, la cuenca es más plana en su parte alta y media, y tiende a ser más escarpada en su parte baja. En cuanto a la relación hipsométrica, su valor es de 0,9 lo que indica que se encuentra en balance morfométrico. Por lo tanto, existen zonas con potencial erosivo y otras en que los sedimentos tienden a acumularse.

La elevación media de la cuenca es 2572 m.s.n.m que corresponde a un piso térmico de clima frío (Anexo 9.3).

6.3.2.2 Características de la Red de Drenaje.

La cuenca del río Pasto presenta una longitud del cauce principal de 55.1 km, y se clasifica según su forma y red de drenaje en tipo dendrítico, siendo este un patrón frecuente de suelos homogéneos mediante los cuales se unen los tributarios del cauce principal, formando una ramificación con ángulos agudos por la dirección de las pendientes (Reyes et al. 2010). De acuerdo con el método de Horton-Strahler la cuenca tiene una red de drenaje de orden seis.



Figura 24. Gráfica de perfil longitudinal

El índice de torrencialidad para la cuenca corresponde a 1,285 por lo cual puede presentar erosión a causa de la escorrentía. La pendiente del cauce principal, de acuerdo con el método de Taylor Schwarz, es de 3.76% lo que se relaciona con altas velocidades de flujo. (Ver los cálculos en el Anexo 9.3).

6.3.2.3 Tiempo de concentración

El tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de la cuenca del río Pasto, estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, de acuerdo con el método de Kirpich, Kirpich California y Guaire, es aproximadamente 5,1 horas debido a la forma alargada de la cuenca, razón por lo cual la formación de avenidas torrenciales en la cuenca, son mínimas. (Ver los cálculos en el Anexo 9.3).

6.3.3 Zonas Climáticas

A partir de geoprosesos elaborados con la cobertura de zonas climáticas Caldas-Lang de IDEAM, se logró establecer las zonas climáticas predominantes en la cuenca del río Pasto (Ver Tabla 23 y Figura 25).

Categoría Climática	Área, ha	%
Cálido Semiárido	2.0	0.004%
Extremadamente frío Superhúmedo	100.9	0.2%
Frío Húmedo	10004.0	20.6%
Frío Semihúmedo	16148.8	33.3%
Muy frío Húmedo	9696.2	20.0%
Muy frío Semihúmedo	2.9	0.01%
Muy frío Superhúmedo	1015.1	2.1%
Semihúmedo	4438.9	9.1%
Templado Semiárido	307.2	0.6%
Templado Semihúmedo	6809.6	14.0%
Área total cuenca	48525.6	100.00%

Tabla 23. Zonas Climáticas cuenca del río Pasto

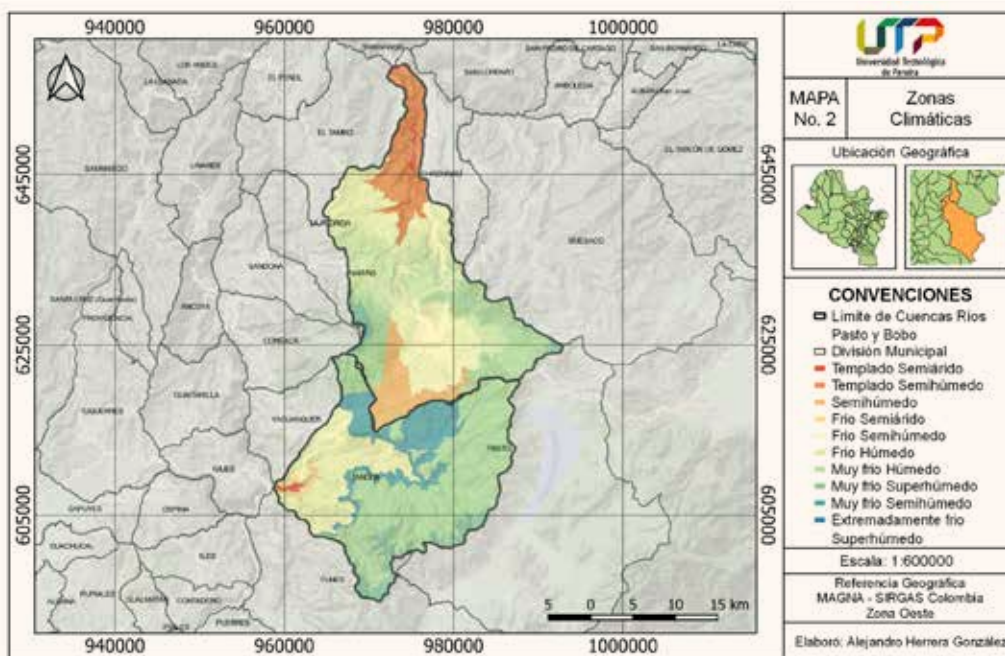


Figura 25. Zonas Climáticas (Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2014)) -

Las categorías climáticas predominantes son Frío Semihúmedo, Frío Húmedo, Muy Frío Húmedo y Templado Semihúmedo representando el 33.3%, 20.6%, 20.0% y 14.0% respectivamente. Las bajas temperaturas correspondientes a las categorías climáticas predominantes crean las temperaturas para el desarrollo de cultivos de papa, cebolla y hortalizas principalmente. También crean las condiciones para el desarrollo de ganadería de leche principalmente (Ver el aparte 5.3.6 de este documento).

6.3.4 Hidroclimatología

6.3.4.1 Análisis de información disponible.

La base de datos IDEAM suministrada por CORPONARIÑO para el desarrollo del presente trabajo, contiene información histórica hidroclimática de 504 estaciones con datos diarios de 12 variables hidrológicas y climáticas. Esta base de datos inicialmente fue filtrada usando un buffer de 50 Km alrededor de las cuencas de los ríos Pasto y Bobo, obtenido un total de 119 estaciones, las cuales se pueden ver en la Figura 26.

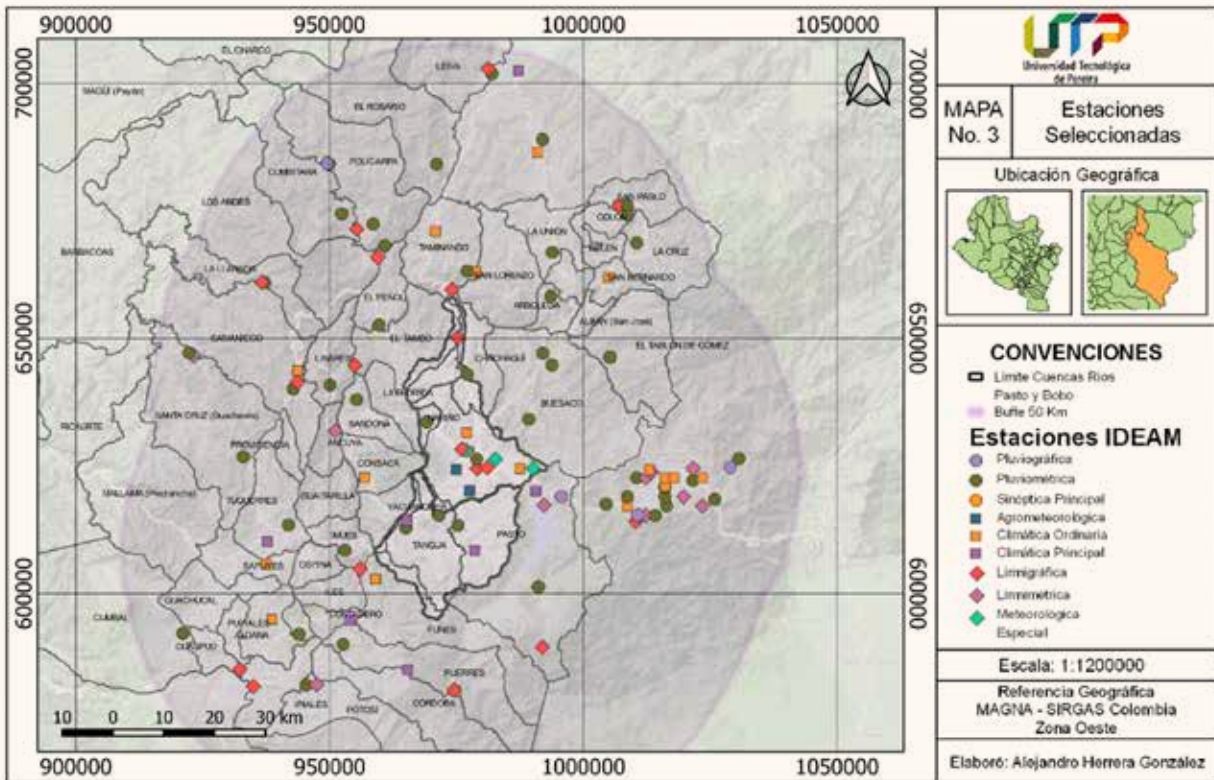


Figura 26. Mapa de estaciones Climatológicas/Hidroclimatológicas dentro de un buffer de 50 km alrededor de las cuencas de los ríos Pasto y Bobo

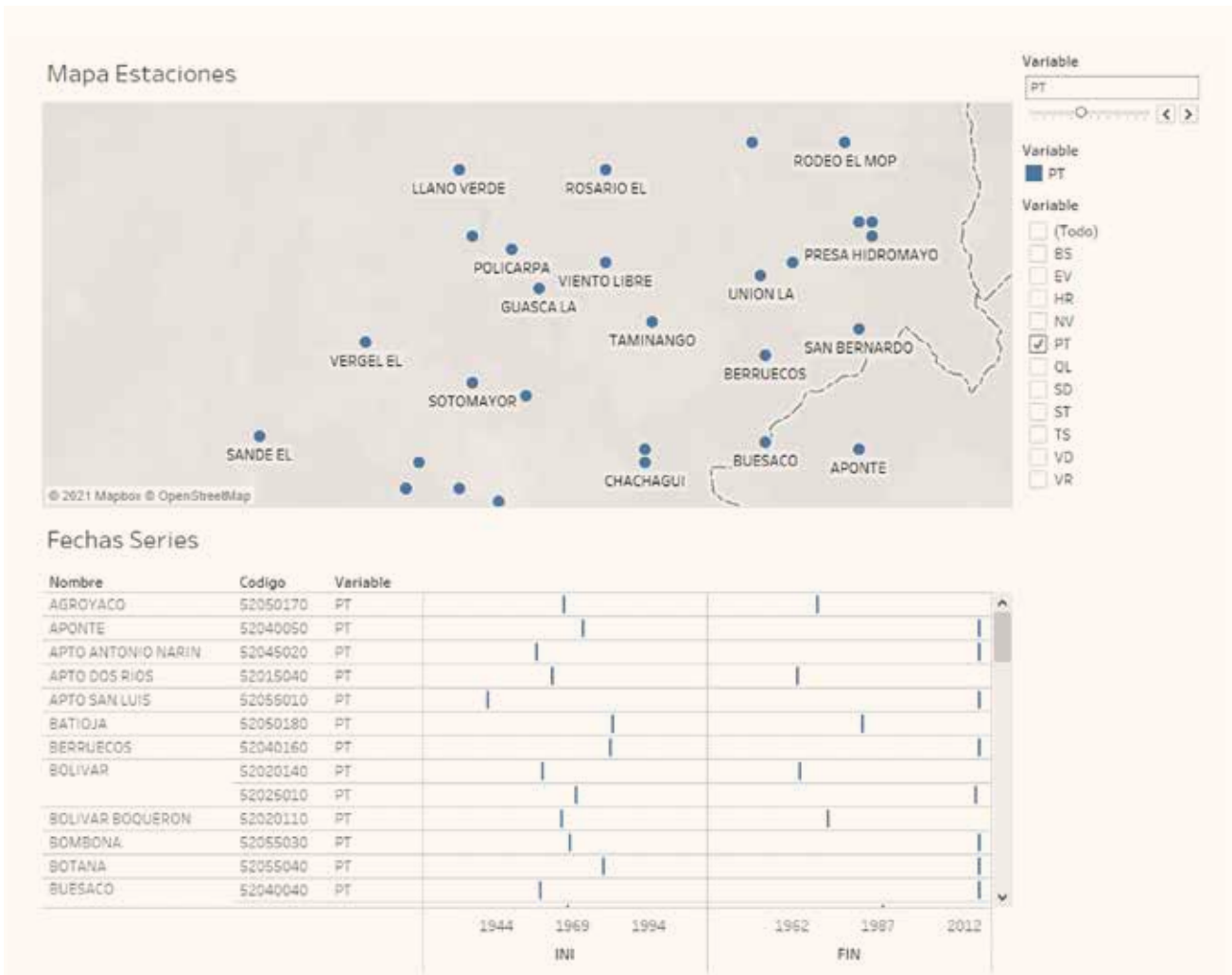


Figura 27. Visor clasificación estaciones dentro del buffer de 50 km en la cuenca río Pasto (En el anexo 9.4 se muestran se anexa visor de las estaciones)

6.3.4.2 Selección de estaciones para análisis.

Aplicados los criterios de tamaño de las series de datos (>30 años) y porcentaje de datos faltantes, las estaciones consideradas para los análisis climáticos en la cuenca son:

Cod_Est	Estación	LAT	LON	ALT	%_Datos_ Faltantes	Tamaño_Serie Años	Año_Inicial	Año_Final	No_Registros
47015040	MICHOACAN_[47015040]	1.20	-76.96	2100	13.8	41	1975	2016	14976
52045020	AEROPUERTO_ANTONIO_NARINO_[52045020]	1.39	-77.29	1796	9.0	40	1976	2016	14246
52045040	TAMINANGO_[52045040]	1.55	-77.27	1875	11.0	38	1978	2016	13879
52045030	SAN_BERNARDO_[52045030]	1.54	-77.03	2190	17.3	38	1978	2016	13879
52025030	MERCADERES_[52025030]	1.76	-77.16	1174	17.8	38	1978	2016	13879
52055060	TANAMA_[52055060]	1.37	-77.58	1500	8.0	38	1978	2016	13879
52055040	BOTANA_[52055040]	1.16	-77.28	2820	16.3	37	1979	2016	13880
47015080	MONOPAMBA_[47015080]	0.80	-77.30	1776	24.0	33	1983	2016	12419
47015100	EL_ENCANO_-_AUT_[47015100]	1.16	-77.16	2830	18.9	32	1984	2016	12054
52045010	OBONUCO_[52045010]	1.20	-77.30	2710	8.4	37	1978	2015	13879
52055030	BOMBONA_[52055030]	1.18	-77.47	1493	10.7	37	1978	2015	13513

Fuente: Procesado a partir de base de datos IDEAM

Tabla 24. Diagnóstico de estaciones con información de temperatura media.
% de datos faltantes < 15%.

Cod_Est	Estación	LAT	LON	ALT	%_Datos_ Faltantes	Tamaño_Serie	Año_Inicial	Año_Final	No_Registros
47015040	MICHOACAN_[47015040]	1.20	-76.96	2100	14.5	41	1975	2016	14976
52045020	AEROPUERTO_ANTONIO_NARINO_[52045020]	1.39	-77.29	1796	10.4	40	1976	2016	14246
52045040	TAMINANGO_[52045040]	1.55	-77.27	1875	14.5	38	1978	2016	13879
52045030	SAN_BERNARDO_[52045030]	1.54	-77.03	2190	17.4	38	1978	2016	13879
52025030	MERCADERES_[52025030]	1.76	-77.16	1174	20.6	38	1978	2016	13879
52055060	TANAMA_[52055060]	1.37	-77.58	1500	9.2	38	1978	2016	13879
52055040	BOTANA_[52055040]	1.16	-77.28	2820	17.1	37	1979	2016	13880
47015080	MONOPAMBA_[47015080]	0.80	-77.30	1776	26.5	37	1979	2016	12784
47015100	EL_ENCANO_-_AUT_[47015100]	1.16	-77.16	2830	20.7	32	1984	2016	12054
52045010	OBONUCO_[52045010]	1.20	-77.30	2710	11.4	37	1978	2015	13879
52055030	BOMBONA_[52055030]	1.18	-77.47	1493	14.0	37	1978	2015	13513

Fuente: Procesado a partir de base de datos IDEAM

Tabla 25. Diagnóstico de estaciones con información de humedad relativa.
% de datos faltantes < 27%.

Cod_Est	Estación	LAT	LON	ALT	%_Datos_Faltantes	Tamaño_Serie_Años	Año_Inicial	Año_Final	No_Registros
52050040	SANDONA_[52050040]	1.32	-77.48	20	8.3	53	1963	2016	19724
52045010	OBONUCO_[52045010]	1.20	-77.30	2710	8.3	62	1953	2015	21914
52025030	MERCADERES_[52025030]	1.76	-77.16	1174	8.2	45	1971	2016	16071
52055040	BOTANA_[52055040]	1.16	-77.28	2820	8.2	37	1979	2016	13880
47015080	MONOPAMBA_[47015080]	0.80	-77.30	1776	7.1	33	1983	2016	12419
47015100	EL_ENCANO_-AUT_[47015100]	1.16	-77.16	2830	6.6	32	1984	2016	12054
47010150	CARRIZAL_[47010150]	1.14	-77.04	2300	6.5	48	1968	2016	16072
52045040	TAMINANGO_[52045040]	1.55	-77.27	1875	6.3	45	1971	2016	16802
52045030	SAN_BERNARDO_[52045030]	1.54	-77.03	2190	6.3	44	1972	2016	16437
52040070	NARINO_[52040070]	1.28	-77.36	2590	6.0	58	1958	2016	21185
52040160	BERRUECOS_[5204016]	1.51	-77.14	2200	5.9	35	1981	2016	13149
47015040	MICHOACAN_[47015040]	1.20	-76.96	2100	5.7	41	1975	2016	15341
52060050	SANDE_EL_[52060050]	1.40	-77.78	840	5.5	32	1984	2016	12054
52055060	TANAMA_[52055060]	1.37	-77.58	1500	5.3	44	1972	2016	16437
47010050	CHUNGACASPI_[47010050]	1.13	-76.93	2100	5.2	45	1971	2016	16436
52055030	BOMBONA_[52055030]	1.18	-77.47	1493	5.2	48	1968	2016	17898
52060040	VERGEL_EL_[52060040]	1.53	-77.64	1770	5.0	32	1983	2015	12053
44010040	MINCHOY_[44010040]	1.20	-76.82	2300	4.9	37	1979	2016	13880
52050100	GUALMATAN_[52050100]	0.91	-77.58	2830	4.8	44	1972	2016	16437
47010090	SAN_FRANCISCO_[47010090]	1.18	-76.88	2140	4.8	43	1973	2016	16071
47010020	BALSAYACO_[47010020]	1.12	-76.98	270	4.5	56	1959	2015	19723
52050140	VIVERO_LINARES_[52050140]	1.35	-77.53	1480	4.3	35	1981	2016	13149
52040050	APONTE_[52040050]	1.40	-77.03	1800	4.2	44	1972	2016	16437
52030060	HIDROMAYO_CAMP_[52030060]	1.67	-77.01	1820	4.1	58	1958	2016	20090
52040060	ROSAL_DEL_MONTE_[52040060]	1.29	-77.17	2568	4.0	44	1972	2016	16437
52050060	RIO_BOBO_[52050060]	1.10	-77.30	364	3.8	51	1965	2016	18993
52050120	PUERRES_[52050120]	0.89	-77.50	2817	3.6	44	1972	2016	16437
52050110	CUMBAL_[52050110]	0.91	-77.79	392	3.6	58	1958	2016	20819
52050050	GUACHAVES_[52050050]	1.22	-77.68	2834	3.6	44	1972	2016	16437
52040040	BUESACO_[52040040]	1.40	-77.15	220	3.5	58	1958	2016	21185
52050010	PENOL_EL_[52050010]	1.45	-77.44	1620	3.0	51	1965	2016	18993
52050020	SAMANIEGO_[52050020]	1.34	-77.59	1700	2.9	58	1958	2016	20088
52030030	UNION_LA_[52030030]	1.58	-77.13	1745	2.9	62	1954	2016	17898
52010140	GUASCA_LA_[5201014]	1.59	-77.43	500	2.6	58	1957	2015	17531
52045020	AEROPUERTO_ANTONIO_NARINO_[52045020]	1.39	-77.29	1796	2.6	59	1957	2016	21550
52080010	PISANDA_[52080010]	1.65	-77.51	350	2.4	49	1966	2015	18262
52050080	TANGUA_[52050080]	1.09	-77.39	2420	2.3	59	1957	2016	21550
47010180	TORRE_TV_SAN_FCO_[47010180]	1.15	-76.85	30	1.9	37	1979	2016	13880
52050090	IMUES_[52050090]	1.06	-77.50	2550	1.8	59	1957	2016	21550

Fuente: Procesado a partir de base de datos IDEAM

Tabla 26. Diagnóstico de estaciones con información de precipitación. % de datos faltantes < 10%.

6.3.4.3 Imputación de datos faltantes

Los datos faltantes para los variables precipitación, temperatura media, y humedad relativa fueron imputados para cada una de las estaciones referidas en las tablas más atrás. De este proceso se obtuvieron tres (3) bases de datos con información diaria del periodo 1984–2015. en correspondencia con la metodología empleada. A partir de estas bases de datos se consolidaron las respectivas bases de datos mensuales, anuales y mensuales multianuales para cada una de las variables y estaciones referidas anteriormente. Todas estas bases de datos en formato .csv se incluyen en el anexo 9.5

6.3.4.4 Análisis estadístico y geo estadístico de datos

6.3.4.4.1 Análisis estadístico precipitación

El análisis estadístico gráfico para la variable precipitación para de cada estación permite observar el régimen de precipitación como los rangos de variación mensual y anual. Se puede observar por ejemplo que la estación climática el AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO no tiene un patrón tendencial, a partir de los gráficos de cajas se observa el régimen de precipitación bimodal, con dos temporadas de lluvia claramente identificadas y una temporada seca de pocas lluvias entre julio y agosto; también se observa que la precipitación anual más probable se da entre los 1000 y 1200 mm/año (Figura 28).

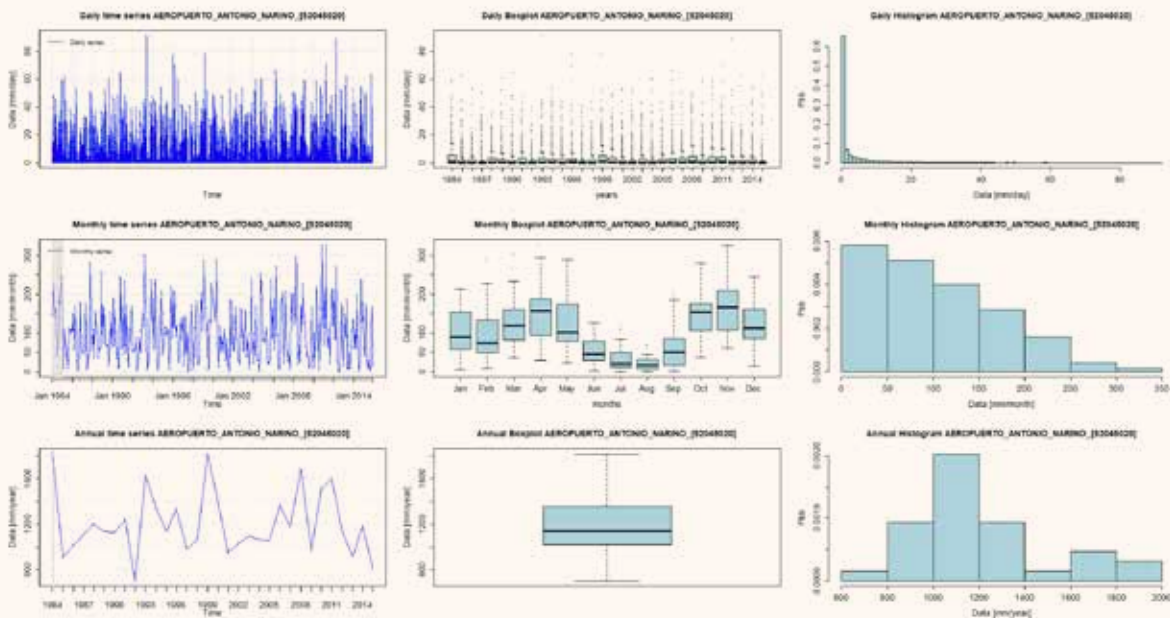


Figura 28. Análisis estadístico gráfico variable precipitación - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO

Para el caso de la estación SAN FRANCISCO tampoco se observa un patrón tendencial en las lluvias, pero contrario a la estación AEROPUERTO, el gráfico de cajas muestra un régimen monomodal con una sola temporada de lluvias en el año entre mayo y agosto, también se observa que la precipitación prevalente anual está entre 2000 y 2500 mm/año (Figura 29).

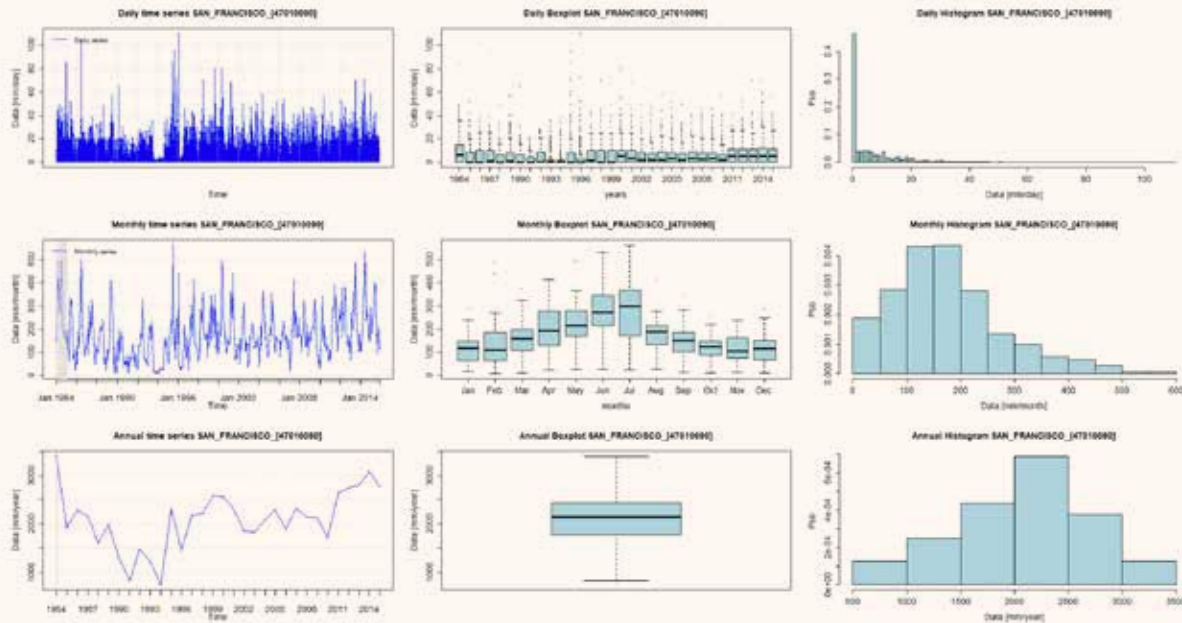


Figura 29. Análisis estadístico gráfico variable precipitación - Estación SAN FRANCISCO

El análisis para las 39 estaciones consideradas se incluye en el anexo 9.6.

6.3.4.4.2 Análisis estadístico temperatura

El análisis estadístico gráfico de la variable precipitación para de cada estación permite observar si existen tendencias u observar los rangos de variación mensual y anual. Se puede observar por ejemplo que la temperatura en la estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO no tiene un patrón tendencial. Por otra parte, a partir de los gráficos de cajas se observa un leve incremento en la temperatura media mensual a mitad de año que coincide con la temporada seca; también se observa que la temperatura media anual es de 19.2 °C (Figura 30).

Como contraste, en la Figura 31 se muestra la información de la estación MONOPAMBA. En esta figura se observa en los gráficos de líneas que las temperaturas medias mensuales y anuales se han incrementado en 1°C aproximadamente. Al igual que en la estación AEROPUERTO se observa en los gráficos de cajas un leve cambio en la temperatura media mensual, con mínimos en los meses de Junio, Julio y Agosto. Finalmente, la temperatura media anual en esta estación es de 16.8 °C.

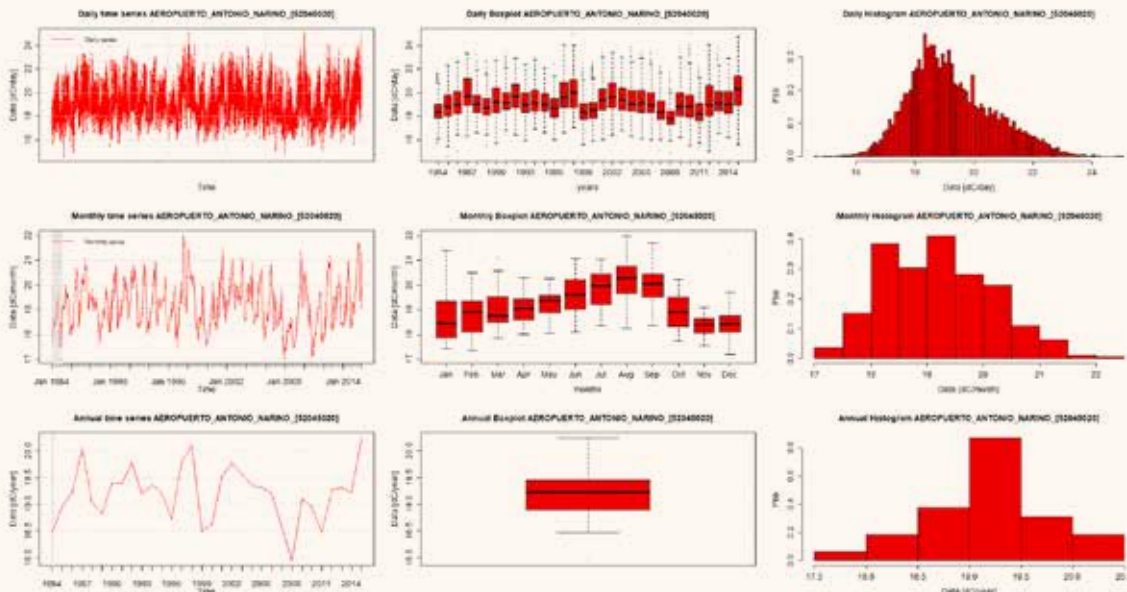


Figura 30. Análisis estadístico gráfico variable temperatura - Ejemplo - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO

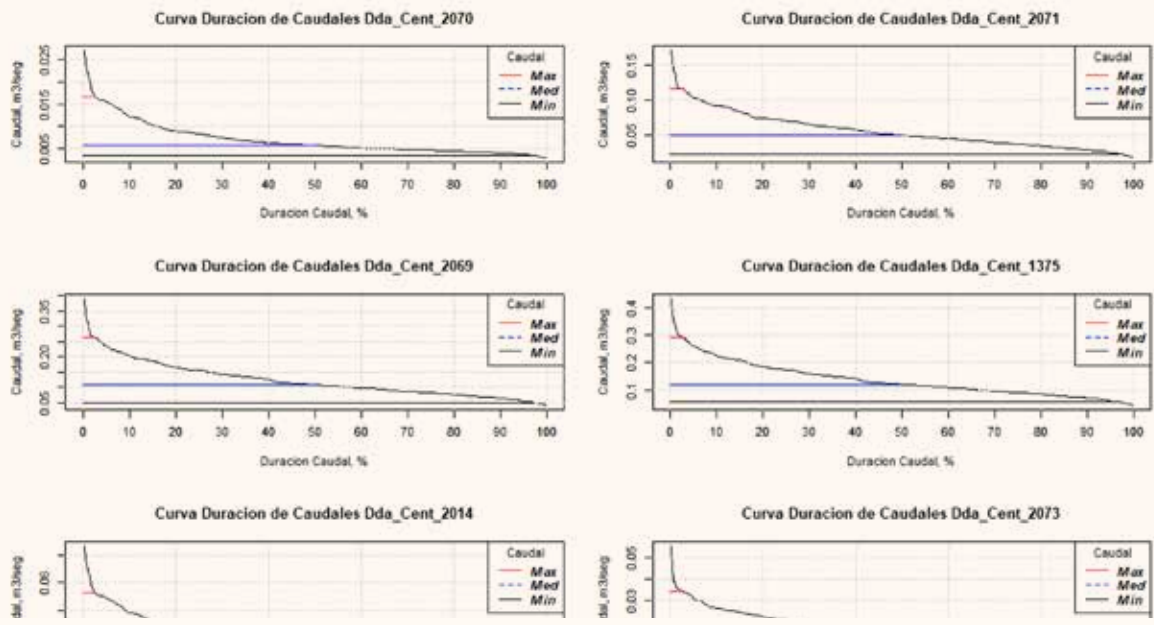


Figura 31. Análisis estadístico gráfico variable temperatura - Ejemplo - Estación MONOPAMBA

El análisis para las 11 estaciones consideradas para el análisis de temperatura se incluye en el anexo 9.6.

6.3.4.4.3 Análisis estadístico variable humedad relativa

El análisis estadístico gráfico de la variable humedad relativa para de cada estación permite observar si existen tendencias y los rangos de variación mensual y anual. Se puede observar por ejemplo que la humedad relativa en la estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO no tiene un patrón tendencial. Por otra parte, a partir de los gráficos de cajas se observa una leve disminución de la humedad relativa media mensual a mitad de año que coincide con la temporada seca; también se observa que la humedad relativa media anual es de 77% (Figura 32Figura 28. Análisis estadístico gráfico variable precipitación - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO).

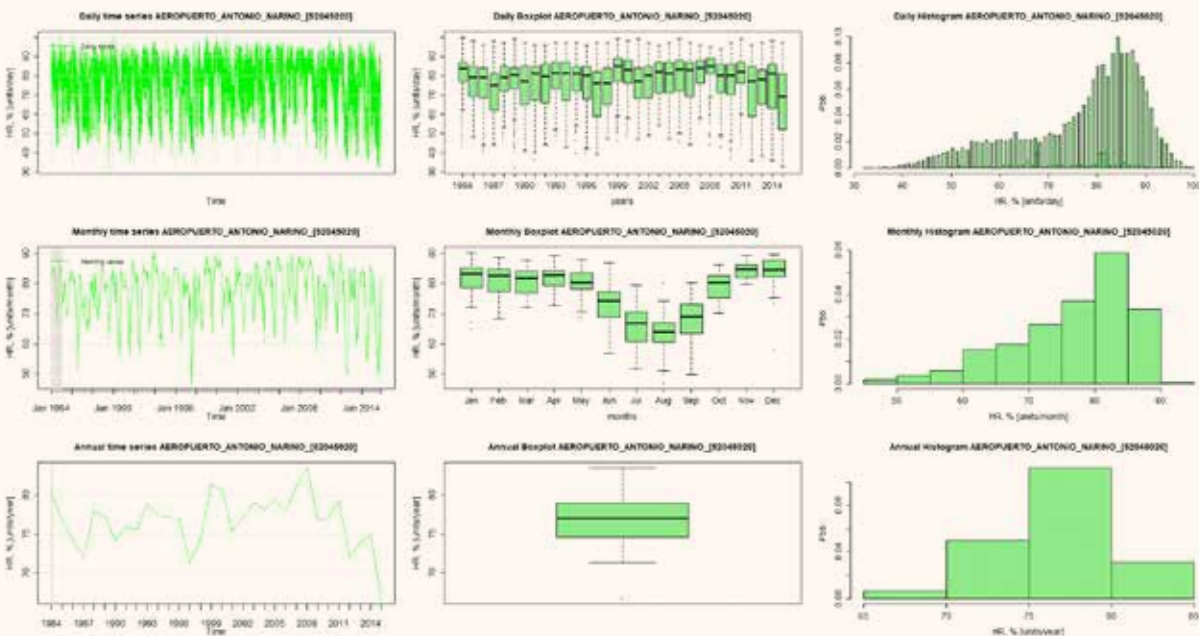


Figura 32. Análisis estadístico gráfico variable humedad relativa - Ejemplo - Estación AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO

Como contraste, en la Figura 33 se muestra la información de la estación MONOPAMBA, que si presenta una tendencia decreciente en la humedad relativa de aproximadamente 4% en el periodo observado. Se observa en los gráficos de cajas que no hay un marcado cambio estacional de la humedad. Finalmente, la humedad relativa media anual en esta estación es de 89.5%.

El análisis para las 11 estaciones consideradas para el análisis de humedad relativa se incluye en el anexo 9.6.

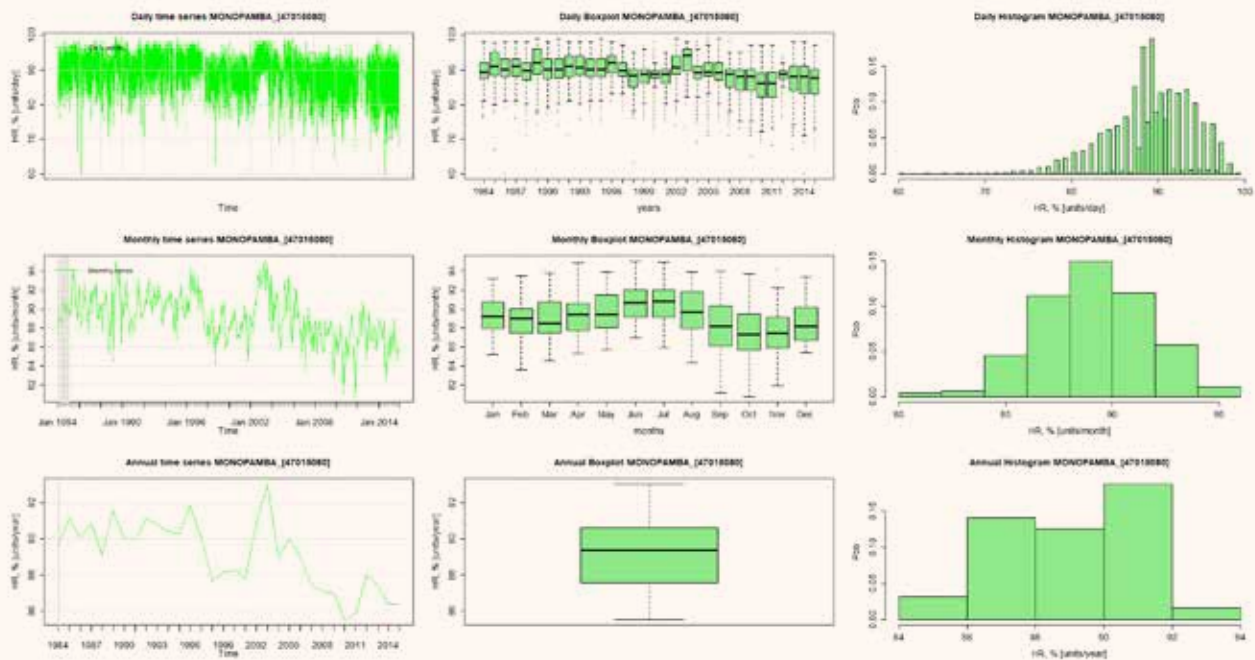


Figura 33. Análisis estadístico gráfico variable humedad relativa - Ejemplo - Estación MONOPAMBA

6.3.4.4 Análisis Geoestadístico Precipitación

El análisis de la información climática para la cuenca, a partir de la base de datos en base mensual generada para el periodo 1984 – 2015, muestra su variabilidad espacio temporal. En el caso de la precipitación, por ejemplo, noviembre es el mes de menor precipitación media mensual con 174 mm/mes, mientras que agosto es el mes más seco, con solo 43 mm/mes (Ver Figura 34). También se puede observar que entre los meses de junio y septiembre se concentra la temporada seca con precipitaciones por debajo de 88 mm/mes.

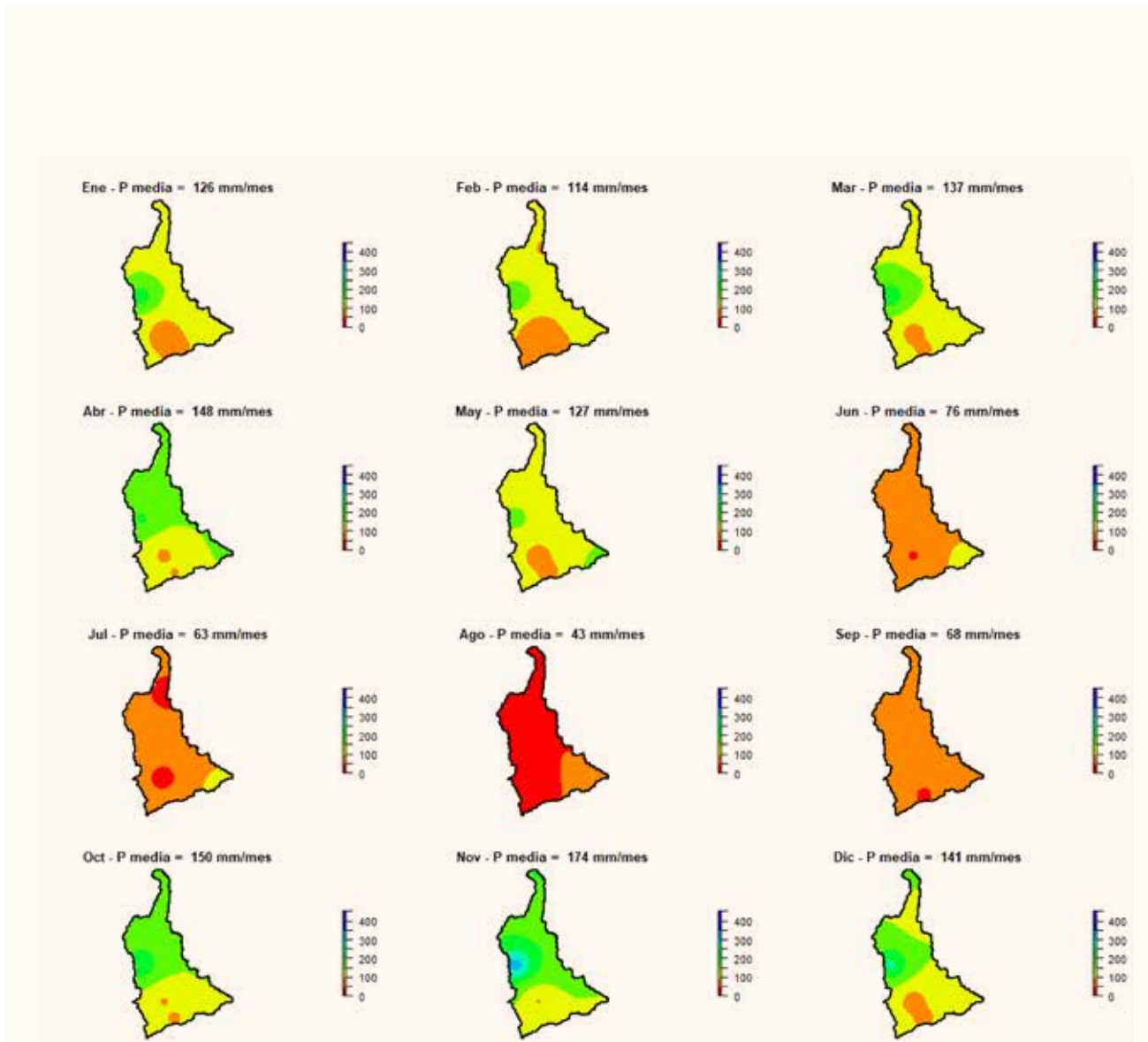


Figura 34. Variación espacio temporal de la precipitación en la cuenca del río Pasto.

Por otra parte, en la Figura 35 se observa que la variación de la temperatura media mensual de la cuenca fluctúa entre 14.94 y 15.37 °C, este rango de variación en la cuenca es típico de las zonas tropicales en donde la estacionalidad no está marcada por cambios considerables de temperatura; cabe aclarar que existe un gradiente de variación de la temperatura media, en diferentes puntos de la cuenca, entre los 4 y 28 °C.

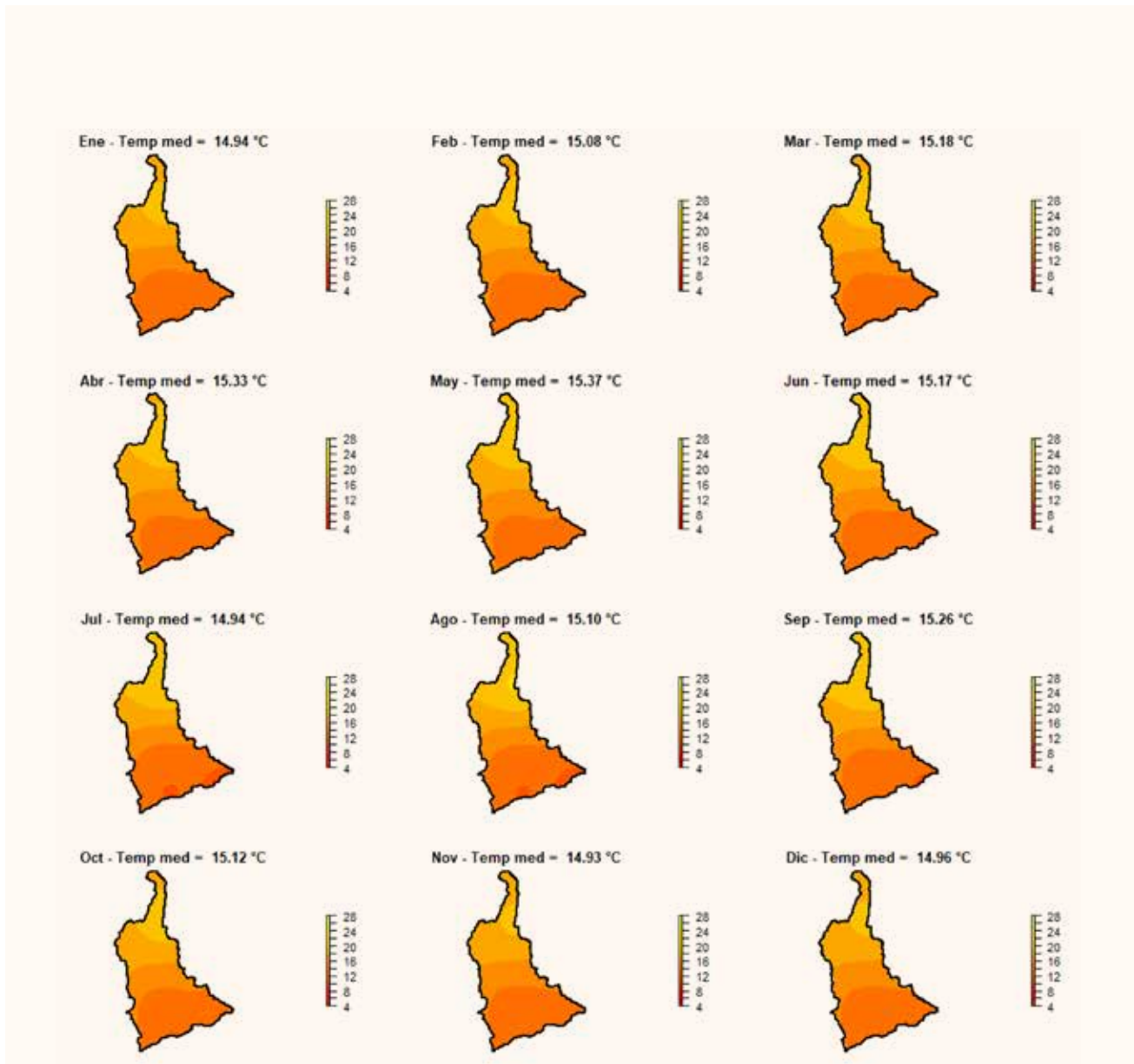


Figura 35. Variación espacio temporal de temperatura cuenca del río Pasto.

Con relación a la humedad relativa, el mes de noviembre es el más húmedo del año con valores promedio mensuales multianuales para la cuenca de 83.57%, mientras que el mes más seco es agosto, con un promedio mensual multianual de 72.38%. Al igual que la precipitación, entre los meses de junio y septiembre se da el periodo de menor humedad con valores promedio mensuales multianuales menores a 80%.

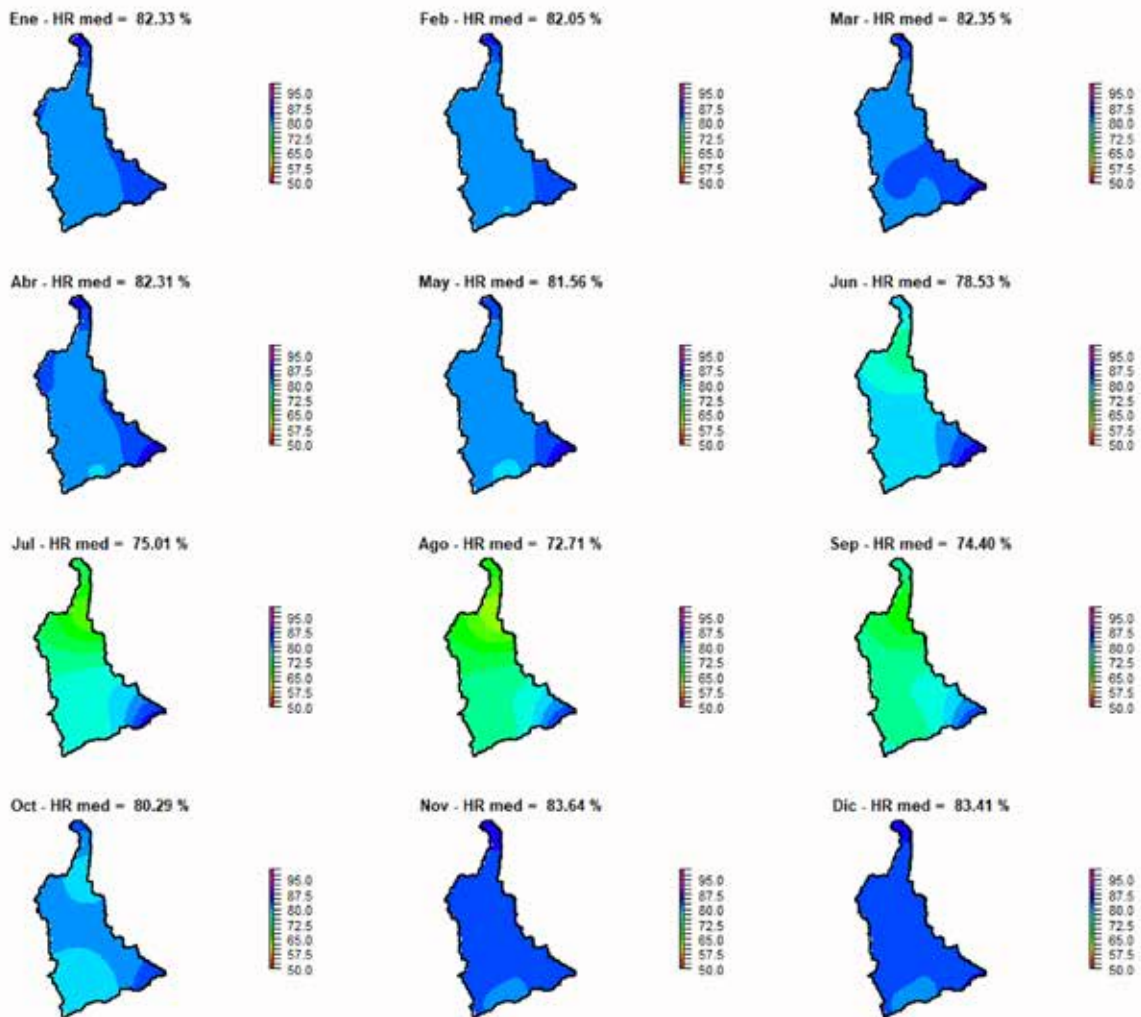


Figura 36. Variación espacio temporal de humedad cuenca del río Pasto.

Figura 36. Variación espacio temporal de humedad cuenca del río Pasto.

A partir de lo anterior, se debe resaltar que la temporada seca en la cuenca, se hace crítica considerando lo siguiente: los bajos valores de precipitación, que disminuyen las tasas de infiltración y/o escorrentía de agua, sumados a los bajos valores de humedad relativa, que aumentan las tasas de evaporación y evapotranspiración con las que el suelo pierde humedad (Ward y Trimble, 2003). Las dos condiciones redundan en que en estos meses se disminuya considerablemente la oferta de agua en la cuenca.

6.3.5 Oferta

6.3.5.1 Resultados calibración – validación del modelo Lluvia escorrentia

Antes de iniciar la explicación de la calibración y validación del modelo lluvia escorrentia en WEAP, es preciso explicar, que si bien se contaba con el histórico de los datos de clima y caudales para el periodo 1984 - 2015, la información de la demanda de agua antes de las estaciones hidrométricas, está calculada sólo para el año 2020, cabe aclarar que el vacío de esta información afecta tanto los valores modelados como los observados, los cuales son usados para la calibración y validación del modelo hidrológico, siendo erróneo suponer que el valor estimado para el año 2020 es estándar para el periodo mencionado. Por lo tanto, esta misma demanda no necesariamente representa la cantidad de agua captada en los años anteriores a la serie histórica modelada; adicionalmente, no se dispone de información histórica de la demanda de los diferentes sectores. Esto es de suma importancia al momento de calibrar un modelo, puesto que en el intento de hacerlo modelo con toda la serie climática de 30 años no se obtuvo una adecuada calibración, es así como se exploró periodos más cortos y recientes, encontrando resultados aceptables usando solo los últimos 10 años de registros de la serie histórica de las diferentes estaciones así:

Estación Centenario - 52047030, calibración entre los años 2006 y 2010, y el periodo 2010 - 2015 el usado para la validación para la estación Universidad.

Estación Universidad - 52047010, correspondiendo el periodo entre 2006 y 2011 el usado para la calibración, y el periodo 2010 - 2015 el usado para la validación para la estación Universidad.

Para el caso de la estación Providencia, la irregularidad y vacíos de la serie solo permitió correr calibración entre los años 2006 - 2012.

Estación	Métrica ⁷	Calibración		Validación	
		Valor	Resultado	Valor	Resultado
Centenario	PBIAS	8.39	Muy Bueno	-0.60	Muy Bueno
	NSE	0.36	No satisfactorio	0.31	No satisfactorio
	RSR	0.79	No satisfactorio	0.83	No satisfactorio
	Pearson	0.63	Aceptable	0.60	Aceptable
Universidad	PBIAS	3.24	Muy Bueno	6.67	Muy Bueno
	NSE	0.67	Bueno	0.63	Satisfactorio
	RSR	0.57	Bueno	0.60	Satisfactorio
	Pearson	0.86	Muy Bueno	0.87	Muy Bueno
Providencia	PBIAS	14.83	Bueno	--	--
	NSE	0.57	Satisfactorio	--	--
	RSR	0.65	Satisfactorio	--	--
	Pearson	0.84	Muy Bueno	--	--

Tabla 27. Métricas de calibración del modelo lluvia escorrentía

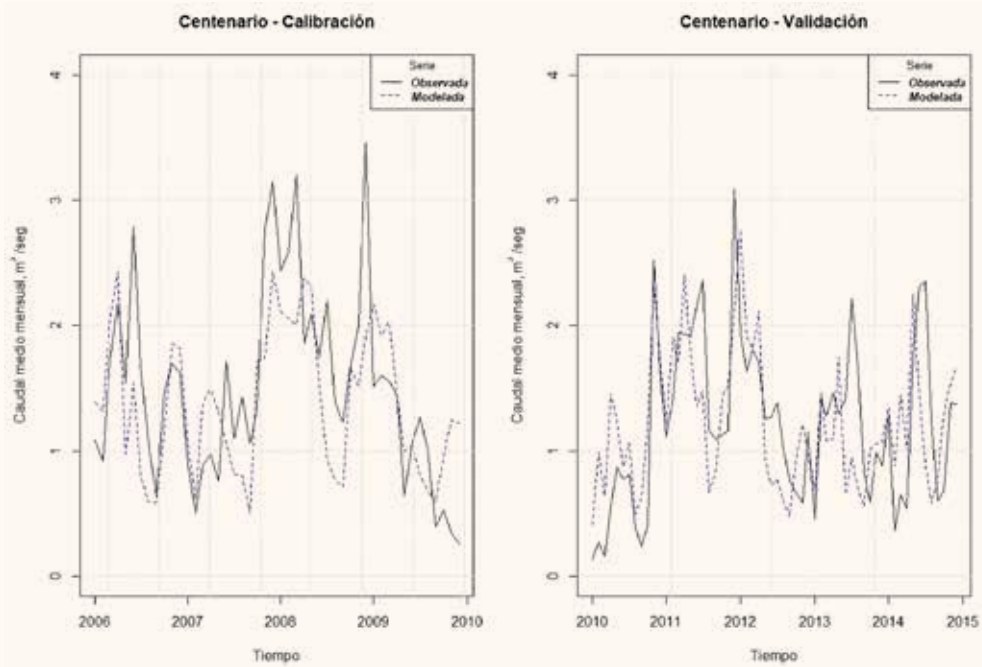


Figura 37. Caudales observados y simulados en la estación Centenario

7. Percent bias (PBIAS). Nash-Sutcliffe efficiency (NSE). Standard deviation of measured data (RSR)

Estación Centenario: El proceso de calibración y validación del modelo con datos de la estación centenario fue muy bueno y aceptable para 2 de las métricas de calibración y validación usadas (PBIAS y Pearson). Para el periodo de calibración el modelo subestima los caudales en un 8.39%, mientras que en el periodo de validación los sobreestima en solo 0.60%. Por otra parte, aunque el modelo no resulta satisfactorio para las otras 2 métricas (NSE y RSR) al comparar los resultados de la Tabla 27 tomada de Moriasi et al. (2007), el mismo autor establece que valores de NSE mayores a 0 se ven como niveles aceptables de desempeño de un modelo.

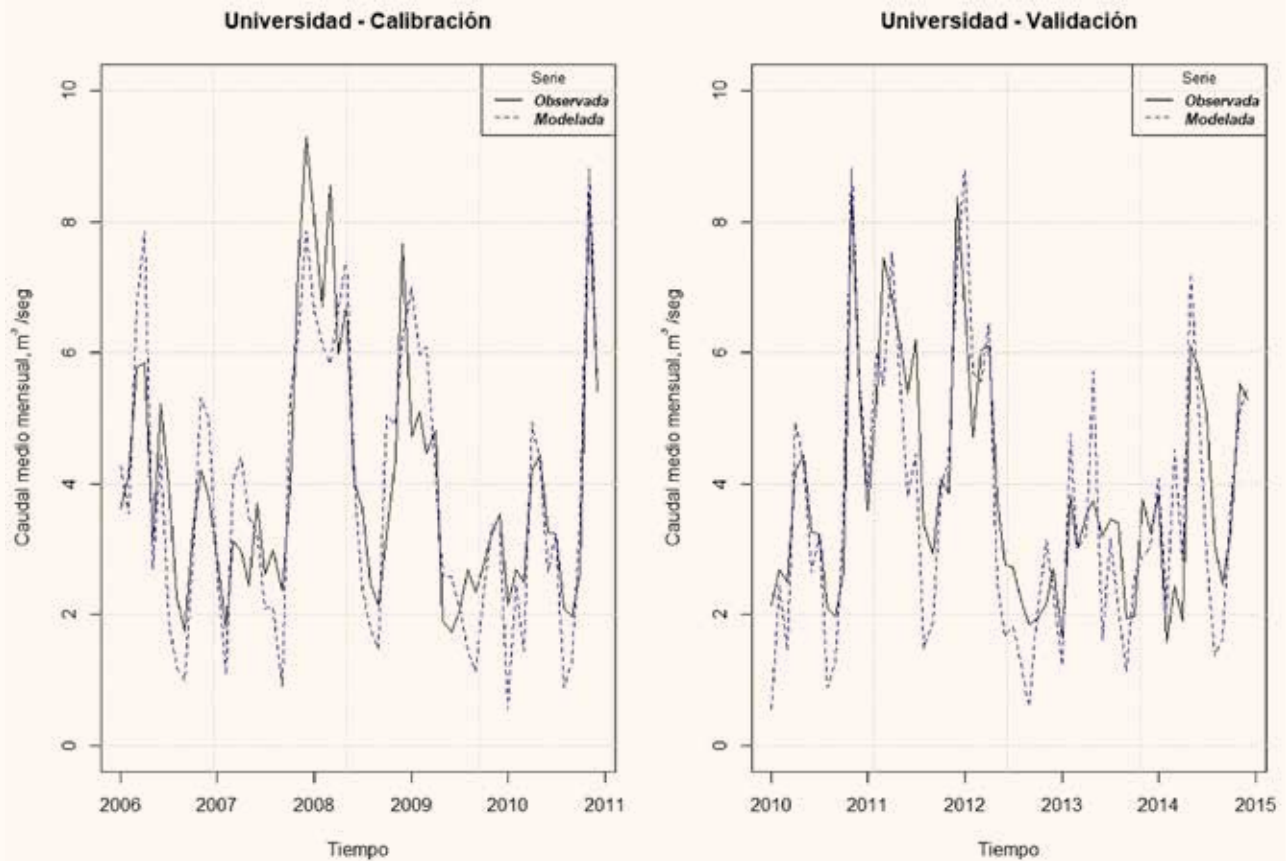


Figura 38. Caudales observados y simulados en la estación Universidad

Estación Universidad: En esta estación el proceso de calibración y validación del modelo es muy bueno para las métricas PBIAS y PEARSON y bueno para las métricas NSE y RSR. En el periodo de calibración el modelo subestima la oferta frente a los caudales observados en solo 3.24%, mientras que para la etapa de validación el modelo subestima los caudales frente a los valores observados en 6.67%.

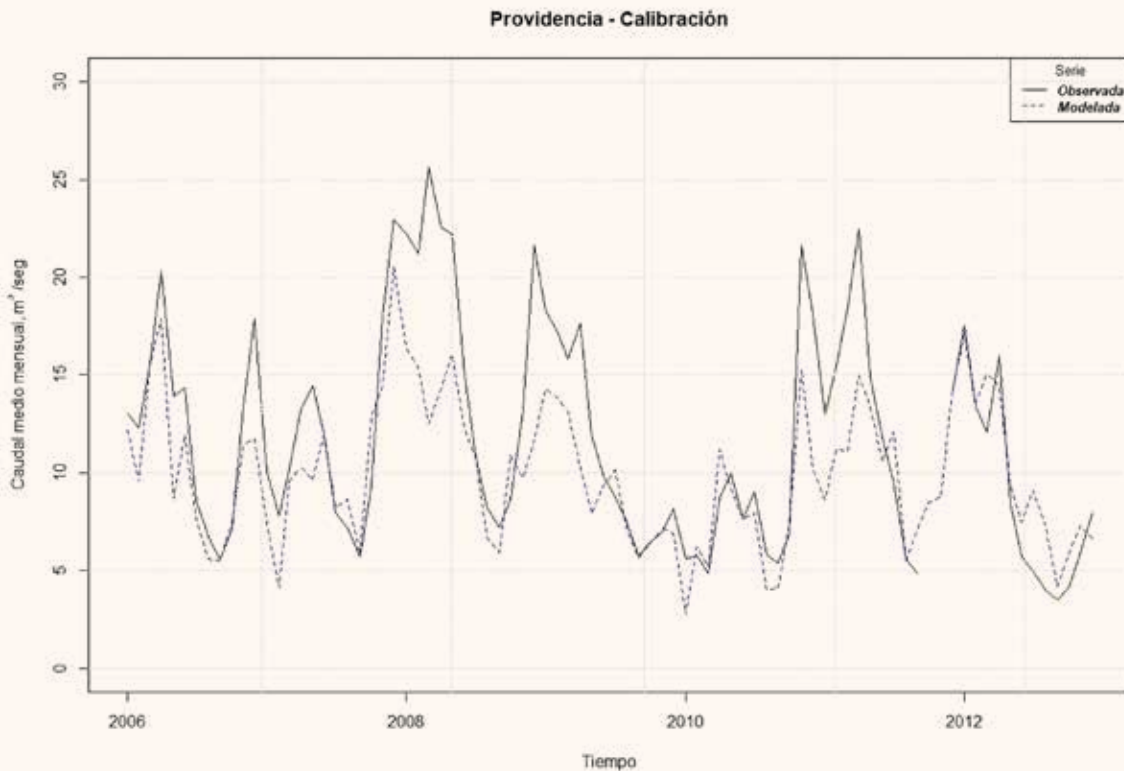


Figura 39. Caudales observados y simulados en la estación Providencia

Estación Providencia: La irregularidad de la serie de caudales observados en esta estación sólo permitió trabajar calibración con resultados satisfactorios para las métricas PBIAS, NSE y RSR, y Muy buenos para PEARSON. En esta estación el modelo subestima los caudales frente a los valores observados en un 16.26%.

Una vez efectuada la calibración y validación resulta el modelo que se usará para la estimación de la oferta y la construcción de las curvas de duración de caudales calculadas para los puntos antes de las captaciones priorizadas, este modelo, que tiene el nombre Rio_Pasto_Reglamentacion_Calibración_Final.WEAP, recoge el periodo de modelación 1984 - 2020. Los valores de parámetros de calibración de incluyen en el anexo 9.7.

6.3.5.2 Oferta media mensual multianual antes de las captaciones de los usuarios priorizados

Las tablas que se presentan en este ítem muestran los valores de la oferta media mensual multianual para cada punto de captación incluido en las figuras 41, 43, 45, 47, 49. También se referencia los valores de concesión de cada captación. En el anexo 9.7 se incluye archivos en formato .csv

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod_Completo	Valor Concesi	Ene	Feb	Ma	Abi	Mar	Jun	Jul	Agc	Seg	Ocl	Nov	Dic
Qda Afluente Barbero 4\ Reach	2070	Oda_Cent	Dda_Cent_2070	0.01	0.0082	0.0086	0.0082	0.0052	0.0084	0.0068	0.0053	0.0046	0.0048	0.0057	0.007	0.0078
Qda Arrayan 4\ Reach	2071	Oda_Cent	Dda_Cent_2071	0.01	0.0617	0.0622	0.0637	0.073	0.0658	0.05	0.0404	0.0309	0.0372	0.0573	0.0689	0.0642
Qda Dolores 6\ Reach	2069	Oda_Cent	Dda_Cent_2069	0.01	0.1359	0.1363	0.1399	0.1608	0.1461	0.1095	0.0883	0.068	0.0797	0.1248	0.1527	0.1385
Qda Dolores 14\ Reach	1375	Oda_Cent	Dda_Cent_1375	0.01	0.1516	0.1518	0.1562	0.1797	0.1633	0.122	0.0983	0.0754	0.0886	0.1402	0.1716	0.1546
Qda El Barbero 6\ Reach	2014	Oda_Cent	Dda_Cent_2014	0.015	0.0255	0.0269	0.0256	0.0288	0.0262	0.0211	0.0167	0.0143	0.015	0.0176	0.0215	0.0243
Qda El Tejar 4\ Reach	2073	Oda_Cent	Dda_Cent_2073	0.09	0.0181	0.0185	0.019	0.0219	0.0206	0.0168	0.0141	0.0107	0.0121	0.0174	0.0206	0.0187
Qda El Tejar 16\ Reach	2090	Oda_Cent	Dda_Cent_2090	0.08	0.0651	0.0661	0.0689	0.0793	0.074	0.0606	0.0494	0.0369	0.0422	0.0636	0.0757	0.0678
Rio Pasto 20\ Reach	1952	Oda_Pasto	Dda_Pasto_1952	0.65	1.2642	1.2774	1.3064	1.498	1.3577	1.0394	0.8394	0.6395	0.7622	1.171	1.4102	1.3097

Tabla 28. Listado elementos del modelo WEAP zona alta cuenca del río Pasto

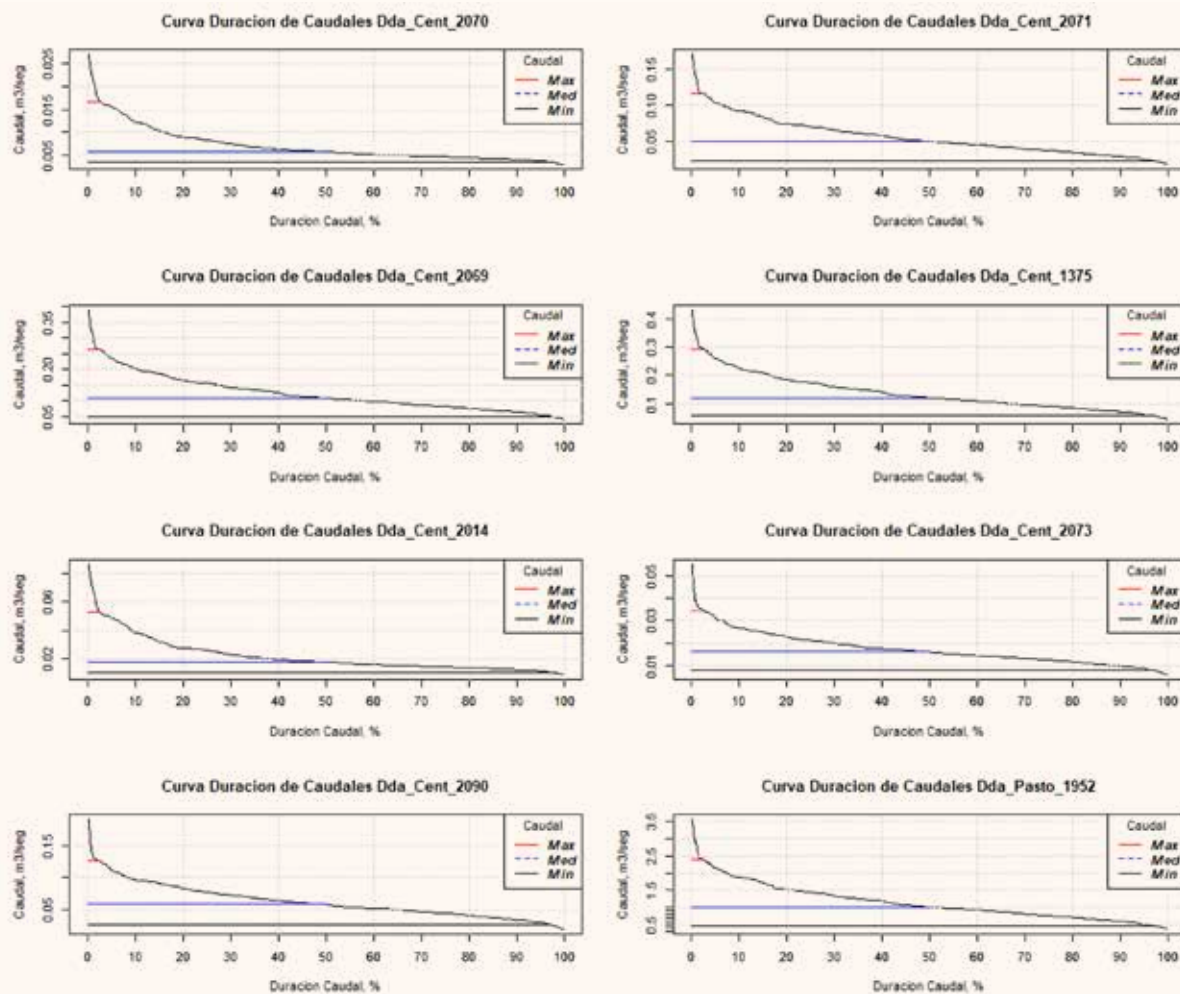


Figura 41. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca la parte alta del río Pasto

6.3.5.2.2 Usuarios priorizados Aguas arriba de la captación de Lope de EMPOPASTO

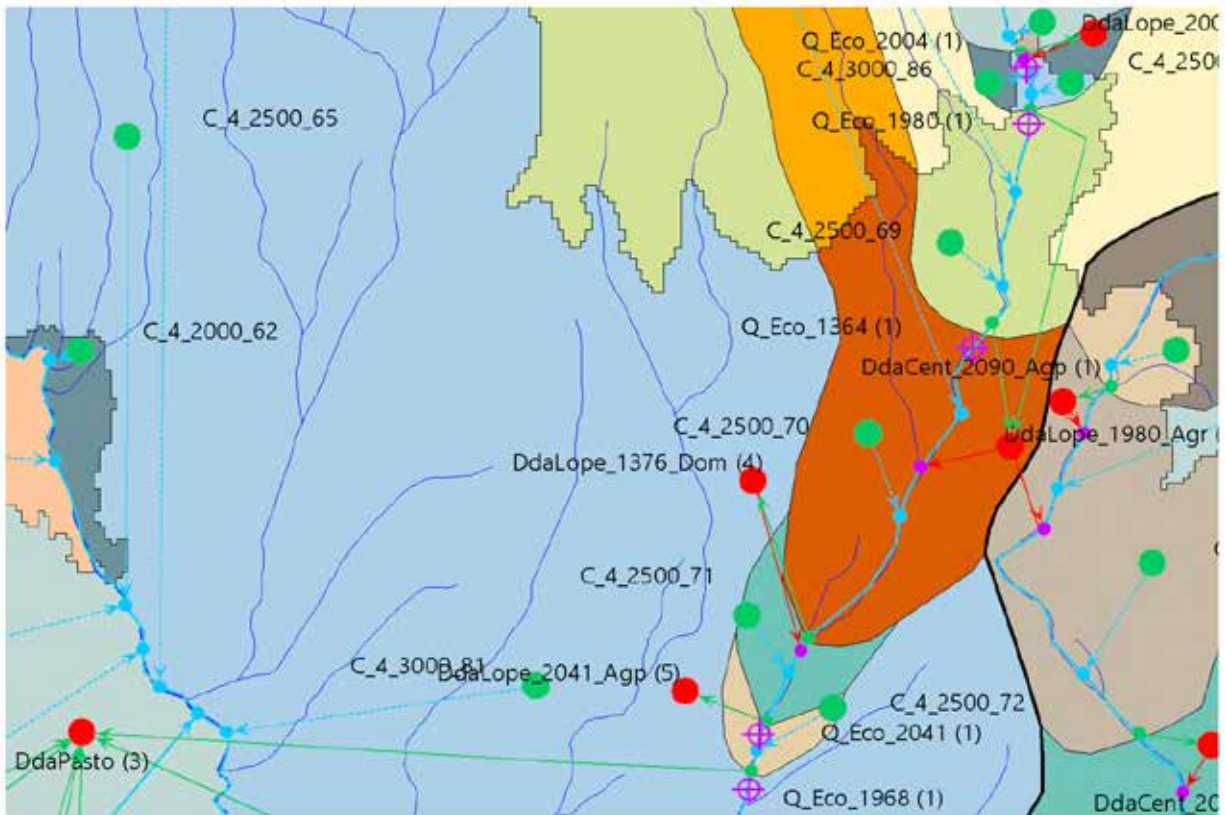


Figura 42. Esquema conceptual modelo WEAP aguas arriba de la captación de Lope para EMPOPASTO

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod Completo	Valor Concesi	Ene	Feb	Ma	Abi	Ma	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Qda El Quinche 6 \ Reach	2004	Dda Lope	Dda Lope_2004	0.019	0.0906	0.0896	0.0891	0.1035	0.1001	0.0821	0.0683	0.0491	0.053	0.0743	0.0935	0.0883
Qda El Quinche 16 \ Reach	1980	Dda Lope	Dda Lope_1980	0.05	0.0932	0.0922	0.0918	0.1072	0.1034	0.084	0.0692	0.0487	0.053	0.0761	0.0967	0.0908
Qda El Quinche 24 \ Reach	1980	Dda Lope	Dda Lope_1980	0.03	0.1707	0.1685	0.1678	0.1955	0.1878	0.1034	0.1254	0.0887	0.0963	0.1397	0.1777	0.1663
Qda El Quinche 34 \ Reach	1376	Dda Lope	Dda Lope_1376	0.0085	0.2543	0.2508	0.2504	0.2916	0.2792	0.1553	0.186	0.1318	0.1424	0.2096	0.2667	0.2478
Qda El Quinche 40 \ Reach	2041	Dda Lope	Dda Lope_2041	0.01368	0.262	0.2583	0.258	0.3007	0.2876	0.1614	0.1908	0.1347	0.1457	0.2158	0.2753	0.2553
Qda El Quinche 46 \ Reach	1968	Dda Pasto	Dda Pasto_1968	0.08	0.2671	0.2633	0.2631	0.3066	0.293	0.1656	0.1943	0.1372	0.1484	0.2202	0.2809	0.2603

Tabla 29. Listado elementos del modelo WEAP aguas arriba de la captación de Lope para EMPOPASTO

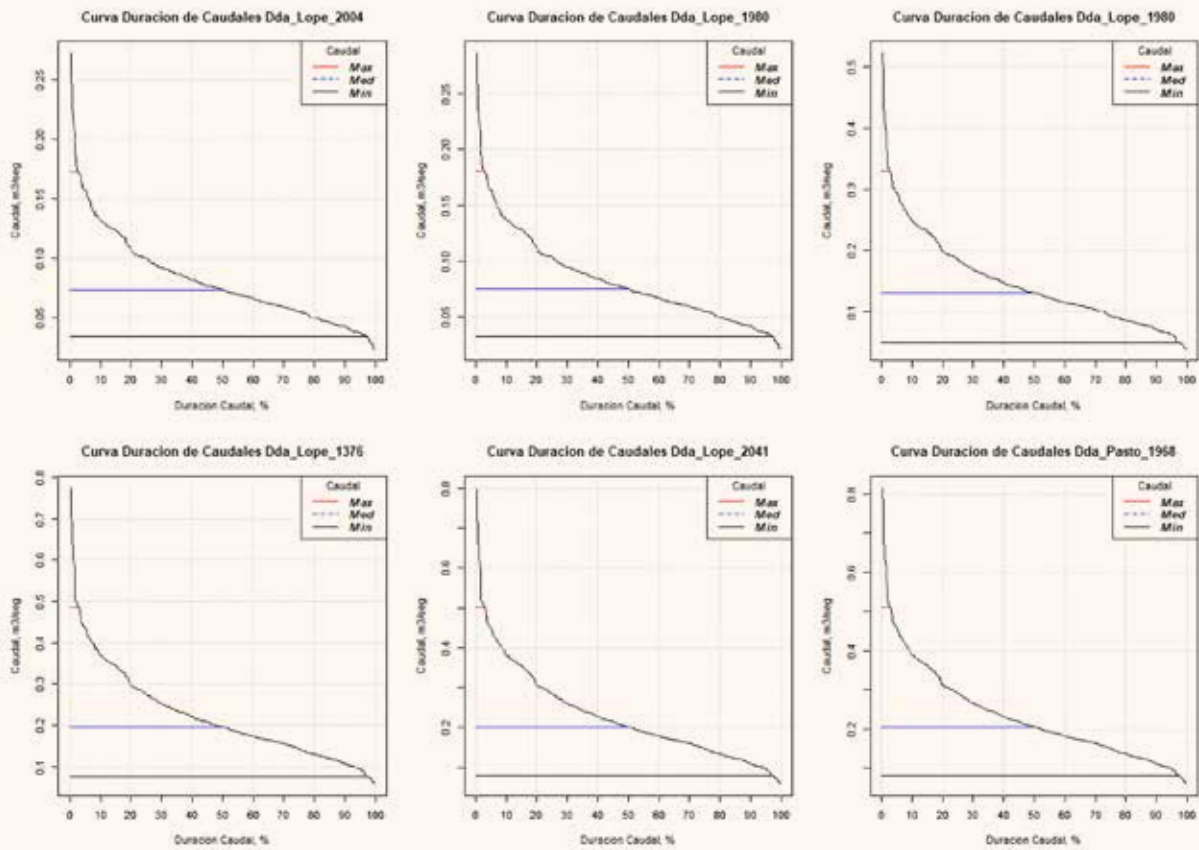


Figura 43. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca el Quinche

6.3.5.2.3 Usuarios priorizados en el sector Mijitayo

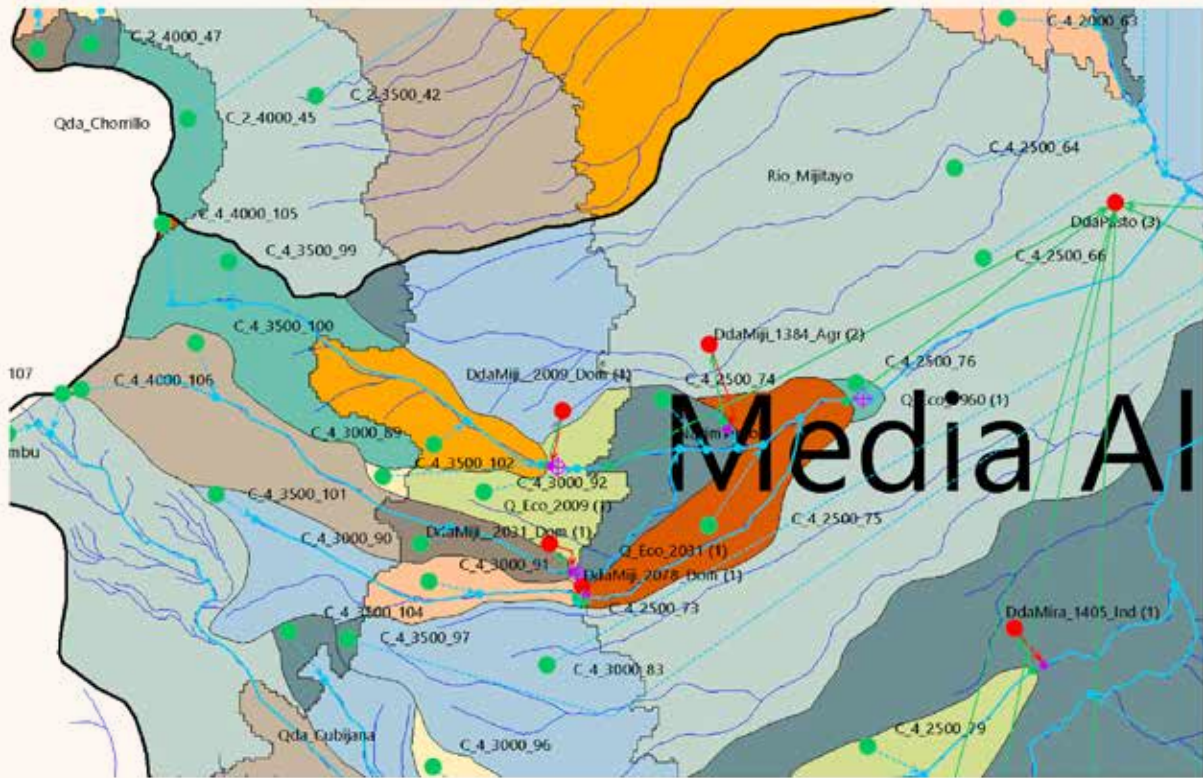


Figura 44. Esquema conceptual modelo WEAP sector Mijitayo

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod Completo	Valor Concesi	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nadimiento 0\ Headflow	1384	Dda Miji	Dda Miji 1384	0.0794	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069
Qda Juanambu 6\ Reach	2031	Dda Miji	Dda Miji 2031	0.014	0.0393	0.0396	0.0386	0.0448	0.044	0.0383	0.0332	0.0244	0.0228	0.0309	0.0404	0.038
Qda Midoro 6\ Reach	2078	Dda Miji	Dda Miji 2078	0.008	0.0645	0.0651	0.0635	0.0746	0.0745	0.0666	0.0581	0.0424	0.0389	0.0508	0.0656	0.062
Rio Mijitayo 8\ Reach	2009	Dda Miji	Dda Miji 2009	0.015	0.0685	0.0691	0.0669	0.0787	0.0788	0.0705	0.061	0.0448	0.0408	0.0525	0.0678	0.065
Rio Mijitayo 16\ Reach	San_Fpe	Dda Pasto	Dda Pasto San_Fpe	0.038	0.0862	0.0866	0.0839	0.0983	0.0971	0.0848	0.0725	0.0525	0.0482	0.065	0.0853	0.0813
Rio Mijitayo 28\ Reach	1960	Dda Pasto	Dda Pasto 1960	0.06	0.2274	0.2228	0.2213	0.2594	0.2525	0.2308	0.1753	0.1135	0.1115	0.1719	0.2298	0.2147

Tabla 30. Listado elementos del modelo WEAP sector Mijitayo

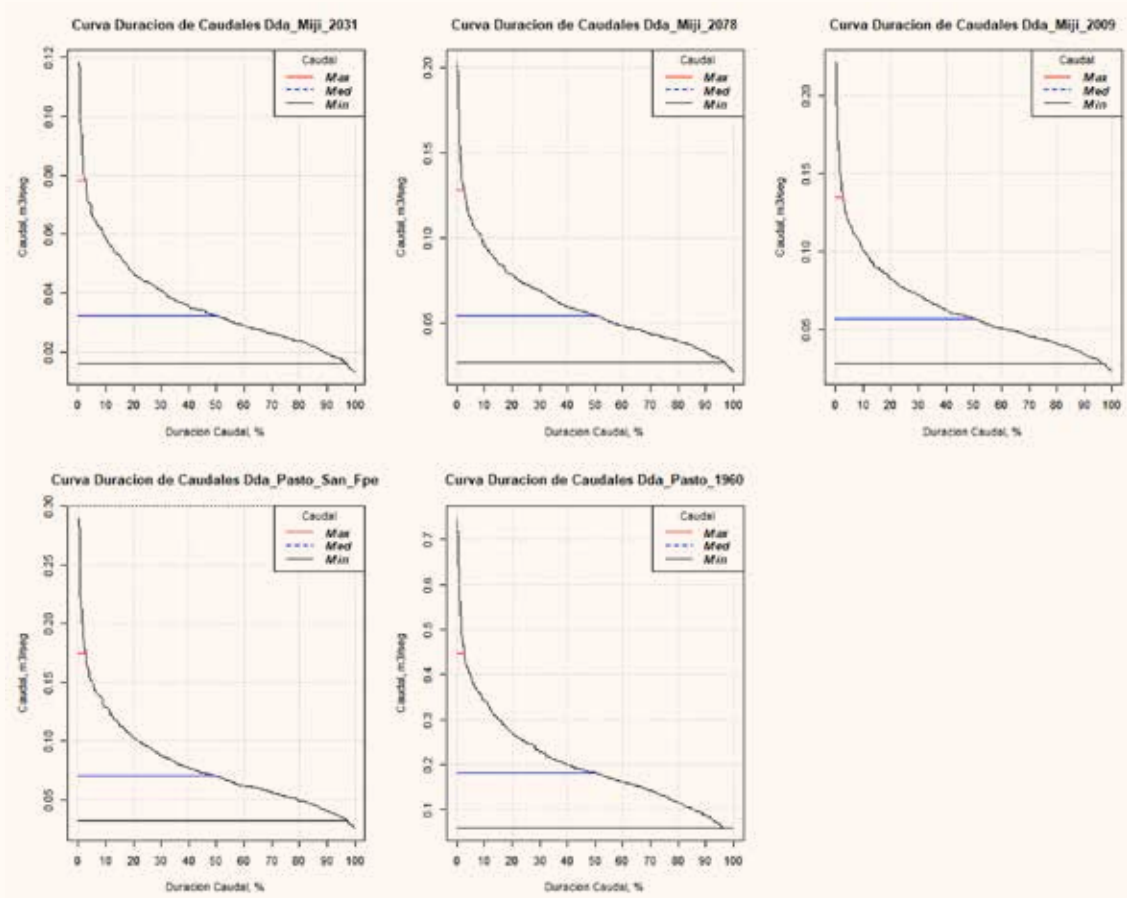


Figura 45. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca Mijitallo

6.3.5.2.4 Usuarios Priorizados en la microcuenca Miraflores

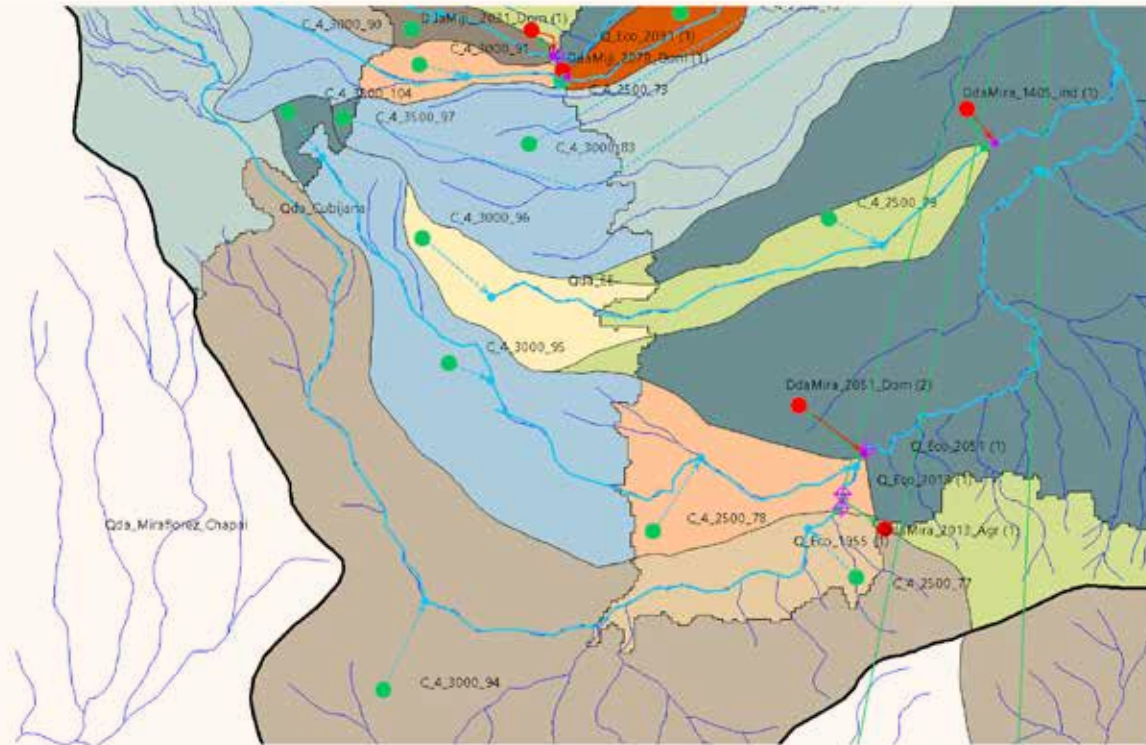


Figura 46. Esquema conceptual modelo WEAP microcuenca Miraflores

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod Completo	Valor Concesi	Enc	Feb	Ma	Abr	May	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic
Oda EE 4\ Reach	3405	Dda Mira	Dda Mira_1405	0.0045	0.0647	0.0625	0.0624	0.0719	0.0666	0.0492	0.0398	0.0278	0.0294	0.0514	0.0702	0.061
Oda_Miraflores Chapal 8\ Reach	1955	Dda Pasto	Dda Pasto_1955	0.12	0.6854	0.6878	0.6956	0.8023	0.7633	0.6286	0.5403	0.3786	0.382	0.6017	0.8041	0.6941
Oda_Miraflores Chapal 12\ Reach	2013	Dda Mira	Dda Mira_2013	0.015	0.5654	0.5678	0.5756	0.6823	0.6433	0.5086	0.4203	0.2586	0.262	0.4817	0.6841	0.5741
Oda_Miraflores Chapal 18\ Reach	2051	Dda Mira	Dda Mira_2051	0.01022	0.7288	0.7284	0.7364	0.8717	0.8205	0.644	0.5348	0.3356	0.34	0.6206	0.8718	0.7353

Tabla 31. Listado elementos del modelo WEAP microcuenca Miraflores

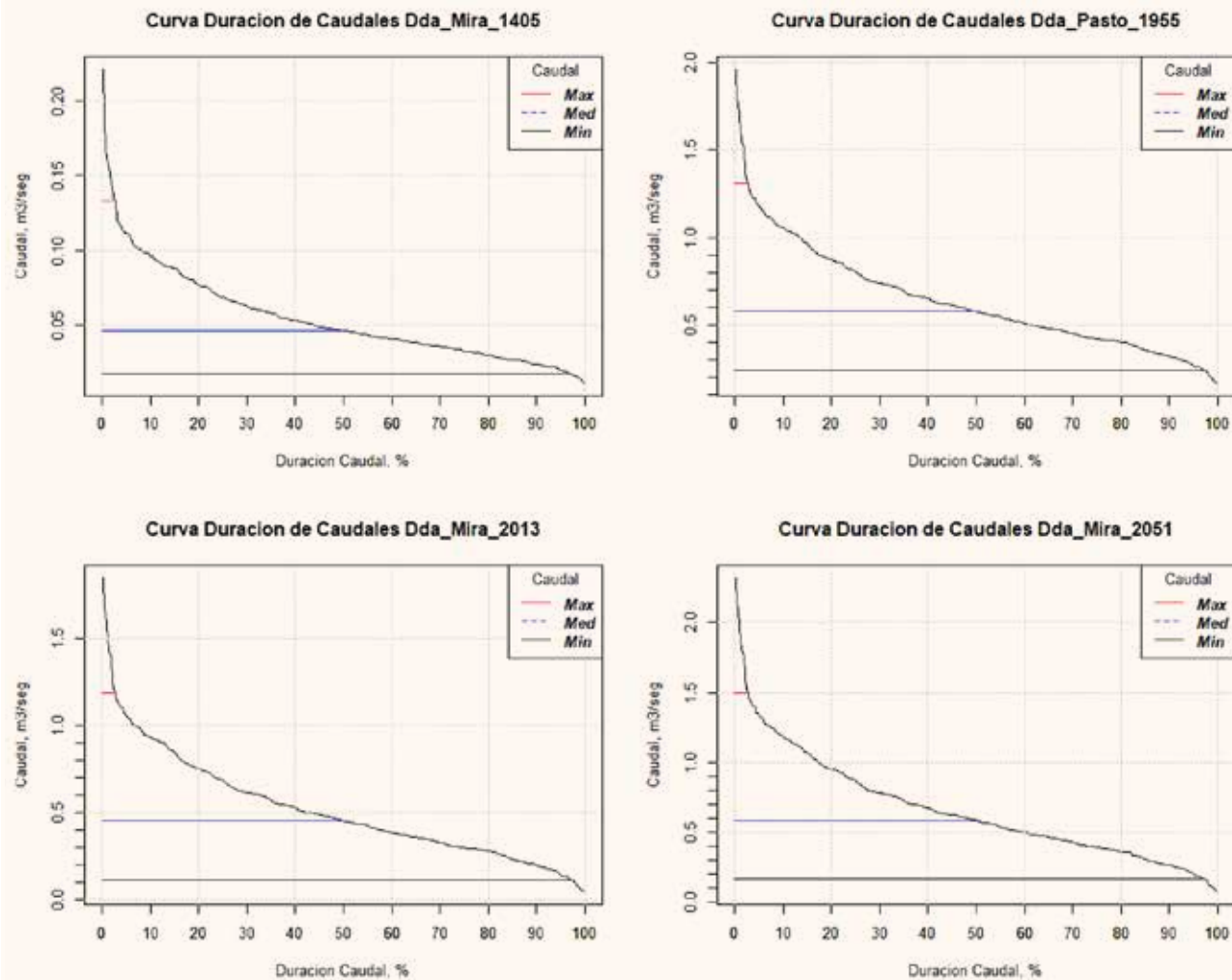


Figura 47. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuenca Miraflores.

6.3.5.2.5 Usuarios Priorizados en municipio de Chachagüí



Figura 48. Esquema conceptual modelo WEAP municipio de Chachagüí

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod Completo	Valor Concesi	Ene	Feb	Ma	Abi	Mar	Jun	Jul	Agc	Seg	Oct	Nov	Dic
La Tebalda 2\ Reach	xxxx	Dda_Chachagui	Dda_Chachagui_xxxx	0.05	0.0569	0.0601	0.0606	0.0714	0.0781	0.0807	0.0759	0.0582	0.0525	0.0562	0.0608	0.0586
Qda Alcala 4\ Reach	2053	Dda_Chachagui	Dda_Chachagui_2053	0.01	0.0346	0.0362	0.0344	0.0398	0.0461	0.0501	0.047	0.0366	0.0322	0.0316	0.034	0.0347
Qda_BB 4\ Reach	1360	Dda_Chachagui	Dda_Chachagui_1360	0.09	0.0106	0.0111	0.0107	0.0124	0.0134	0.0132	0.0117	0.0093	0.0088	0.0092	0.0103	0.0106
Qda_BB 6\ Reach	No Act	Dda_Chachagui	Dda_Chachagui_No_Act	0.09	0.0106	0.0111	0.0107	0.0124	0.0134	0.0132	0.0117	0.0093	0.0088	0.0092	0.0103	0.0106

Tabla 32. Listado elementos del modelo WEAP municipio de Chachagüi

- Usuarios Priorizados en municipio de Nariño

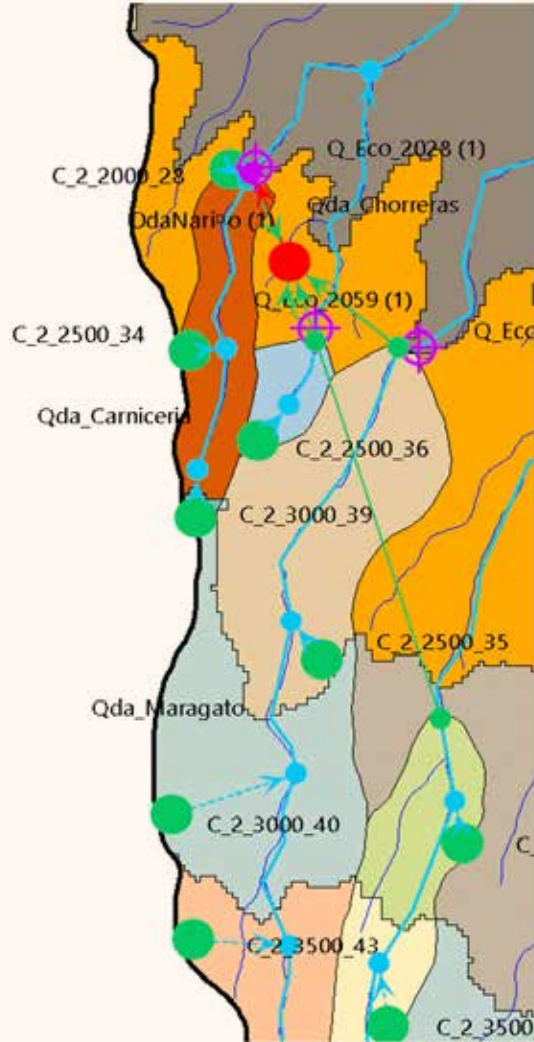


Figura 49. Esquema conceptual modelo WEAP municipio de Nariño

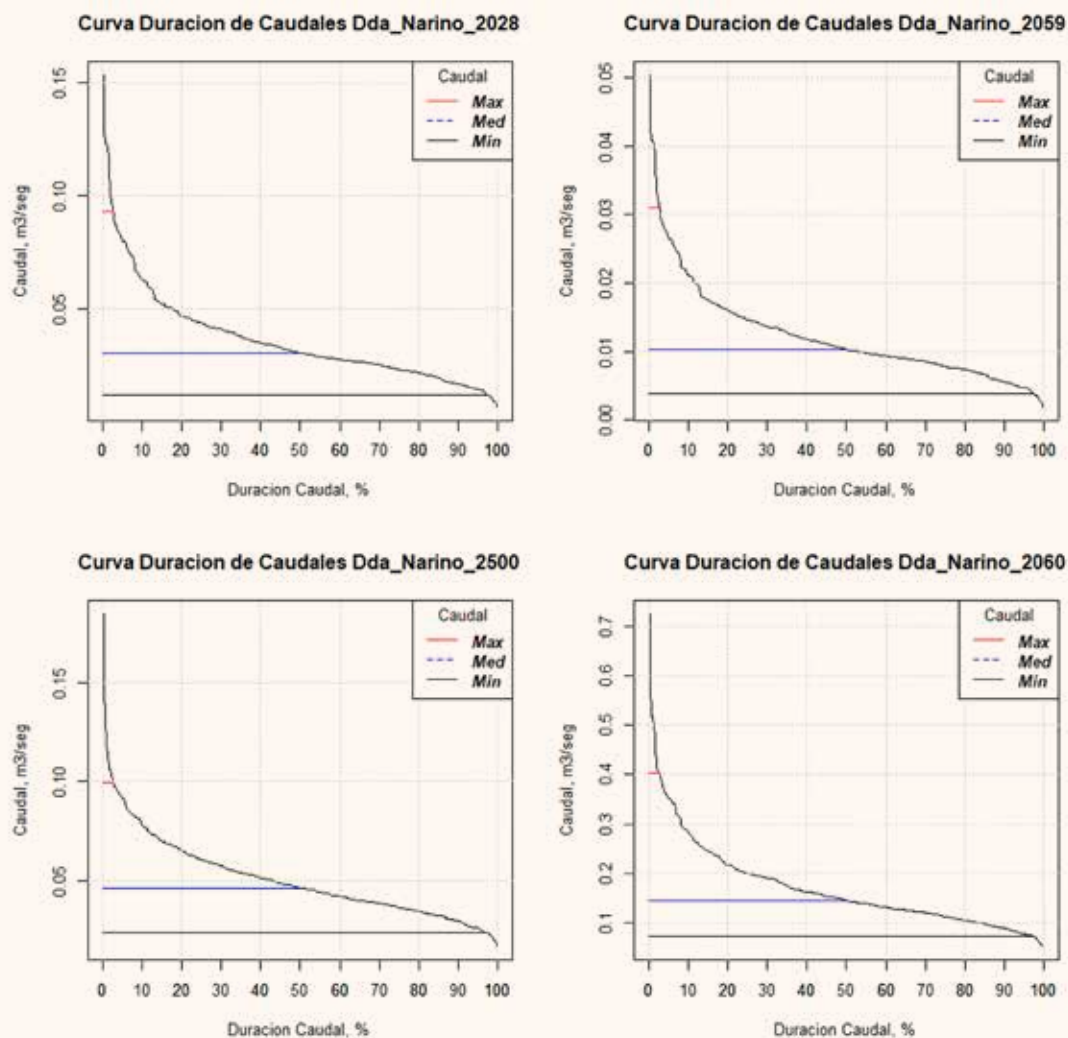


Figura 50. Curva de duración de caudales de las captaciones priorizadas en la microcuencas del área de influencia de la cabecera municipal del municipio de Nariño.

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod Completo	Valor Concesi	Enc	Feb	Ma	Abr	Mai	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic
Qda Carricera 6 \ Reach	2028	Dda_Narino	Dda_Narino_2028	0.014	0.0283	0.0318	0.0331	0.0451	0.0515	0.0552	0.0503	0.0377	0.0286	0.0248	0.0256	0.0257
Qda Chorreras 2 \ Reach	2059	Dda_Narino	Dda_Narino_2059	0.01	0.0096	0.0108	0.0113	0.0153	0.0173	0.0185	0.0169	0.0127	0.0096	0.0084	0.0087	0.0087
Qda Chorrillo 6 \ Reach	2500	Dda_Narino	Dda_Narino_2500	0.012	0.0436	0.0473	0.0486	0.0613	0.0663	0.067	0.0609	0.0462	0.0393	0.0417	0.046	0.0433
Qda Maragato 8 \ Reach	2060	Dda_Narino	Dda_Narino_2060	0.01	0.1378	0.1518	0.1548	0.2066	0.2356	0.2484	0.2245	0.1674	0.1331	0.1262	0.1346	0.1313

Tabla 33. Listado elementos del modelo WEAP municipio de Nariño

6.3.5.2.6 Usuario EMPOPASTO

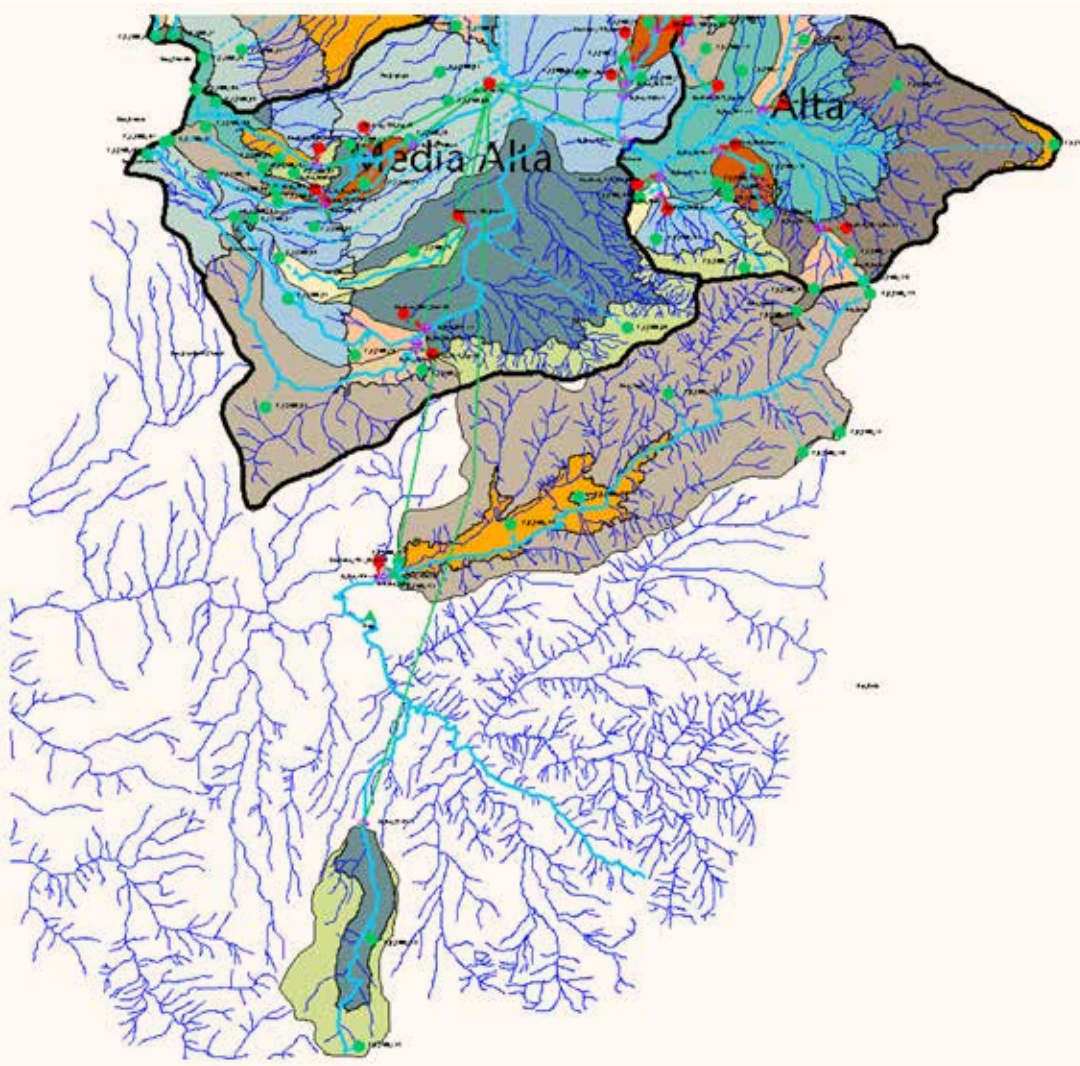


Figura 51. Esquema conceptual modelo WEAP captaciones de EMPOPASTO

Lugar de captación	Cod Concesi	Zona	Cod_Completo	Valor Concesi	Ene	Feb	Ma	Abi	Mar	Juni	Jul	Agc	Seg	Oct	Nov	Dic
Qda El Quinche 46 \ Reach	1968	Dda Pasto	Dda Pasto 1968	0.08	0.2671	0.2633	0.2631	0.3066	0.2991	0.1656	0.1943	0.1372	0.1484	0.2202	0.2809	0.2603
Qda Miraflores Chapal 8 \ Reach	1955	Dda Pasto	Dda Pasto 1955	0.12	0.6854	0.6878	0.6956	0.8023	0.7633	0.6286	0.5403	0.3786	0.382	0.6017	0.8041	0.6941
Qda Piedras 4 \ Reach	3242	Dda Pasto	Dda Pasto 3242	0.4	0.4013	0.4051	0.404	0.4694	0.4716	0.4344	0.3932	0.2772	0.2568	0.3547	0.4636	0.4247
Rio Mijitayo 16 \ Reach	San Fpe	Dda Pasto	Dda Pasto San Fpe	0.038	0.0862	0.0866	0.0839	0.0983	0.0971	0.0848	0.0725	0.0525	0.0482	0.065	0.0853	0.0813
Rio Mijitayo 28 \ Reach	1960	Dda Pasto	Dda Pasto 1960	0.06	0.2274	0.2228	0.2213	0.2594	0.2525	0.2108	0.1753	0.1135	0.1115	0.1719	0.2298	0.2147
Rio Pasto 20 \ Reach	1952	Dda Pasto	Dda Pasto 1952	0.65	1.2642	1.2774	1.3064	1.498	1.3577	1.0394	0.8394	0.6395	0.7622	1.171	1.4102	1.3097

Tabla 34. Listado elementos del modelo WEAP captaciones de EMPOPASTO

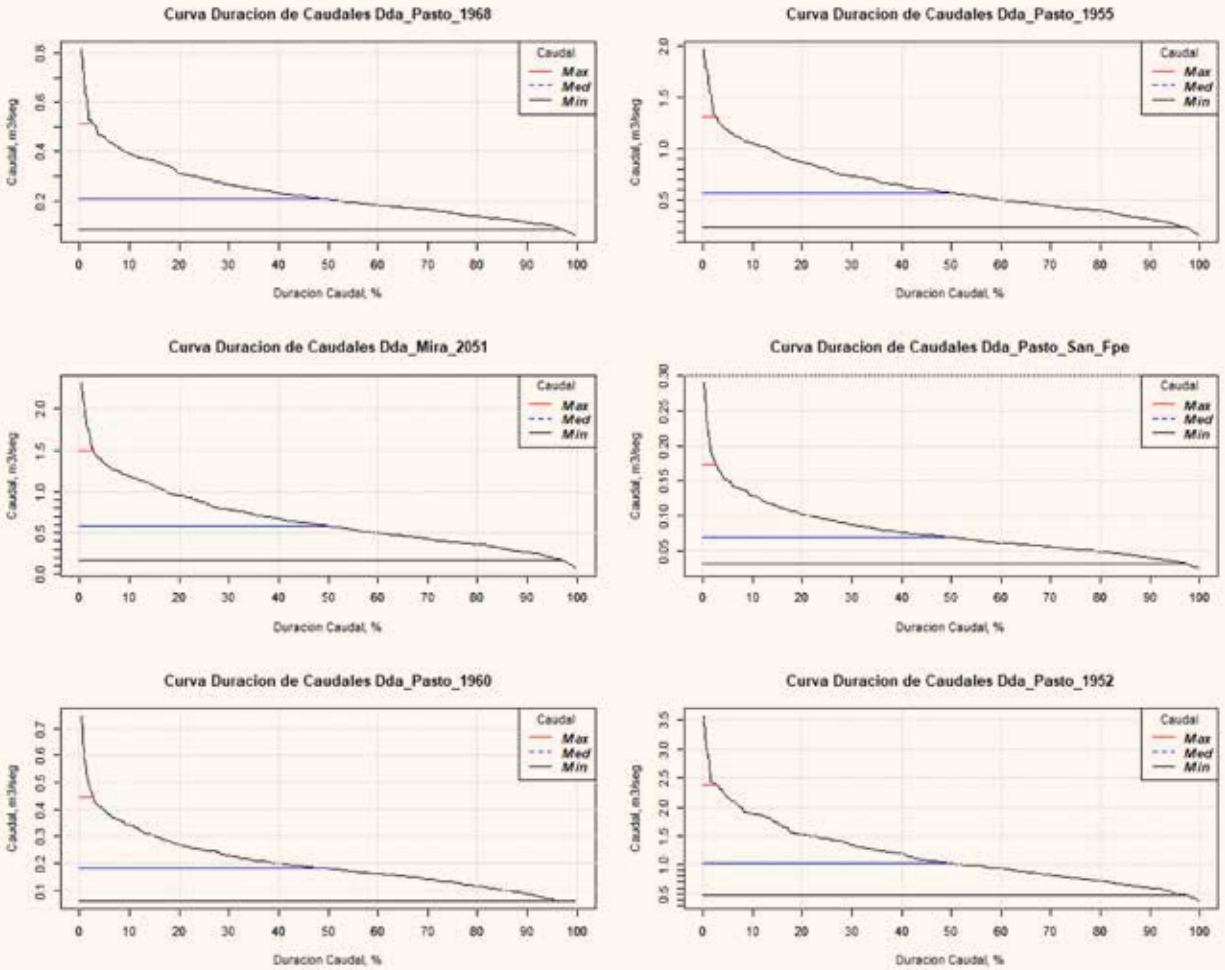


Figura 52. Curva de duración de caudales de las captaciones que abastecen el sistema de acueducto de la ciudad de Pasto.

6.3.6 Demanda

6.3.6.1 Demanda de Agua Uso Doméstico

6.3.6.1.1 Demanda zona urbana

El Figura 12 ilustra las áreas de tipo urbano que se ubican dentro de la cuenca del río Pasto, correspondientes a las cabeceras de los municipios de Chachagüí, Nariño y Pasto, siendo este último el que tiene mayor área urbana.

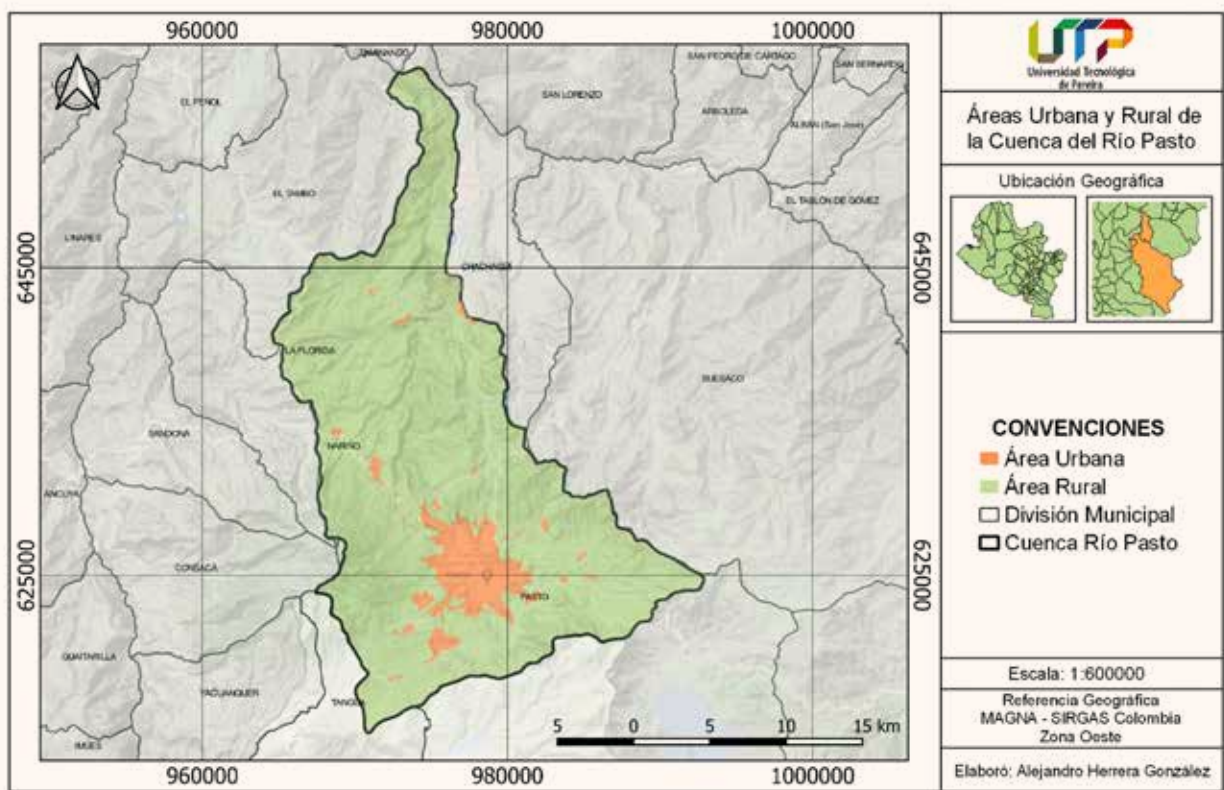


Figura 12. Mapa de áreas urbanas de la cuenca del río pasto (Fuente: Elaboración propia)

Tal y como se explicó en el componente metodológico, se revisó los documentos del Diagnóstico Institucional y Técnico de la Prestación de Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, del municipio de Nariño; el cual fue elaborado por el Plan Departamental de Agua (PDA 2011), de igual forma se recopiló información del DANE proyectado al año 2020 para los municipios que hacen parte de la cuenca río Pasto, obteniendo lo siguiente:

Municipios	% de pérdidas según PUEAA diagnóstico PDA	Observación
Pasto	34.4	Existe áreas urbanas en cuenca
Buesaco	72	No existe áreas urbanas en cuenca
Chachagüí	58	Existe una pequeña área del casco urbano en la cuenca
El Tambo	62	No existe áreas urbanas en cuenca
La Florida	63*	existe áreas urbanas en cuenca
Nariño	63	No existe áreas urbanas en cuenca
Tangua	62**	No existe áreas urbanas en cuenca

(Fuente: PDA, 2011)

Tabla 35. Porcentaje de Pérdidas en área urbana ⁸

* Las pérdidas para el municipio de Tangua se asumen de manera similar a las del municipio del Tambo.

** Las pérdidas para La Florida se asumen de manera similar a las del municipio de Nariño

Dado que los acueductos veredales y/o rurales no cuentan con sistemas de macro medición o dispositivos de medición de caudales y que generalmente carecen de información o estudios que permiten calcular las pérdidas de agua en sus sistemas, se determinó adoptar un referente municipal. Para ello, se tomará como referente el municipio de Buesaco, del cual se dispone del cual se dispone de información y evidencias sobre las pérdidas en su infraestructura de aducción, conducción y distribución. Para este municipio el nivel estimado de pérdidas es del 72 % (PDA, 2011).

Para el cálculo de la demanda hídrica en el sector doméstico se utilizó información de población ubicada en zona rural y urbana, de acuerdo con las proyecciones 2005 - 2020 total municipal por área elaboradas por el DANE, y los módulos de consumo por habitante del Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS – Título B (MinVivienda, 2010).

8. Esta información se obtuvo de los PUEAA municipales.

Municipios	Población cabecera (zona urbana) DANE 2020	Nivel de complejidad para zona Urbana (RAS 2017)	Dotación neta (L/hab. día) (Res 0330 de 2017)	% de pérdidas según PUEAA Municipal y Diagnóstico PDA
Pasto	305,360	Alto	140	34.43
Chachagüí	4,415	Medio	115	58
Nariño	2,639	Medio	115	63

Fuente: DANE 2018, Resolución 0330 de 2017, PDA 2011

Tabla 36. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona urbana.

La información descrita de la tabla anterior sirve de insumo para calcular la demanda hídrica del sector doméstico de la zona urbana, aplicando la metodología ENA 2010 y la metodología RAS 2017 (ENA, 2010; Ministerio de Vivienda 2017).

Además, con la información de proyección poblacional DANE 2018, se determinó el nivel de complejidad del sistema y la dotación neta por habitante al día. Posteriormente, aplicando la metodología expresada en el ENA y en la norma RAS 2017, para el cálculo de la demanda hídrica y obtener el caudal demandado en litros/segundo, se utilizó factores de conversión.

Municipios	Población cabecera 2018 (censo DANE 2018)	Nivel complejidad para zona urbana (RAS 2017)	Dotación neta (RAS 2017)	% de pérdidas según diagnóstico PDA	Qd (caudal demandado) según ena		Qd (caudal demandado) según ras	
			(l/hab.día)		m³/s	l/s	m³/s	l/s
Pasto	305.360	Alto	140	34,00%	0,663	663.03	0,750	749.69
Chachagüí	4415	Medio	115	58,00%	0,009	9.28	0,014	13.99
Nariño	2.639	Medio	115	63,00%	0,006	5.73	0,009	9.49
TOTAL					0,678	678.04	0,773	773.18

Tabla 37. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico área urbana municipal según proyección de población censo DANE 2018.

Realizando la sumatoria de los valores del caudal demandado obtenidos para cada cabecera o área urbana presente en la cuenca según las metodologías RAS Y ENA, se obtuvo que existe una diferencia en caudales de aproximadamente 95.14 litros, siendo el caudal calculado con la metodología RAS el que presenta un mayor valor, aclarando que se utiliza la dotación bruta en comparación a la dotación neta que se emplea en la metodología ENA.

Por otra parte, si se realiza el cálculo con información proporcionada por los PUEAA municipales, se emplea el número de suscriptores reportados en cada municipio por las empresas de servicios públicos, asumiendo⁴ habitantes por suscriptor.

El número de suscriptores para la ciudad de San Juan de Pasto reportados por la empresa EMPOPASTO en el informe de sostenibilidad 2016 es de 83.519 suscriptores. El número de suscriptores de la zona urbana del municipio de Chachagüí reportados en su PUEAA son 1.458 suscriptores, y el número de suscriptores de la zona urbana del municipio de Nariño reportados en su PUEAA corresponde al número de viviendas que se abastecen del recurso para uso doméstico, con un total de 1.024 viviendas. Obteniendo como resultado lo siguiente:

Municipios	Total población urbana según número de suscriptores	Nivel de complejidad para zona urbana (RAS 2017)	Dotación neta (l/hab/día) (RES 0330 de 2017)	% de pérdidas según diagnóstico PDA y PUEAA Municipales
Pasto	305360	Alto	140	34
Chachagüí	4415	Medio	115	58
Nariño	2639	Medio	115	63

Tabla 38. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona urbana según el número de suscriptores.

Con la información contenida en la tabla anterior se realizó el cálculo de la demanda hídrica utilizando las metodologías descritas, el resultado se expresa en la Tabla 19:

Municipios	Número de suscriptores (según empresas de servicios públicos municipales)	Total población urbana según número de suscriptores (PUEAA)	Nivel de complejidad para zona urbana (RAS 2017)	Dotación neta (l/hab/día) (Res 0330 de 2017) l/hab/día	% de pérdidas según PUEAA municipal y RAS 2017	Qd (caudal demandado) según ENA		Qd (caudal demandado) según ras	
						m³/seg	l/seg	m³/seg	l/seg
Pasto	83.519	334076	Alto	140	34.00	0.73	725.38	0.82	820.19
Chachagüí	1458	5832	Medio	115	58.00	0.01	12.26	0.02	18.48
Nariño	1,024	4096	Medio	115	63.00	0.01	8.89	0.01	14.73
TOTAL						0.75	746.53	0.85	853.41

Tabla 39. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico área urbana municipal según el número de suscriptores.

Con lo anterior se puede obtener el caudal total demandado para la zona urbana de la cuenca del río Pasto realizando la sumatoria de los resultados obtenidos para cada cabecera o zona urbana presente en la cuenca.

El resultado estimado con relación al obtenido del cálculo anterior, presenta similares características al descrito en el Cuadro 18, donde la metodología RAS aplicada con los datos de los suscriptores; es mayor en comparación a la metodología ENA, en 100 litros aproximadamente.

6.3.6.1.2 Demanda de Agua Uso Doméstico - zona rural

Al igual que en el esquema 2, a continuación, se representan el área rural (color verde) de la cuenca del río Pasto que se consideró para determinar la demanda hídrica de este sector.

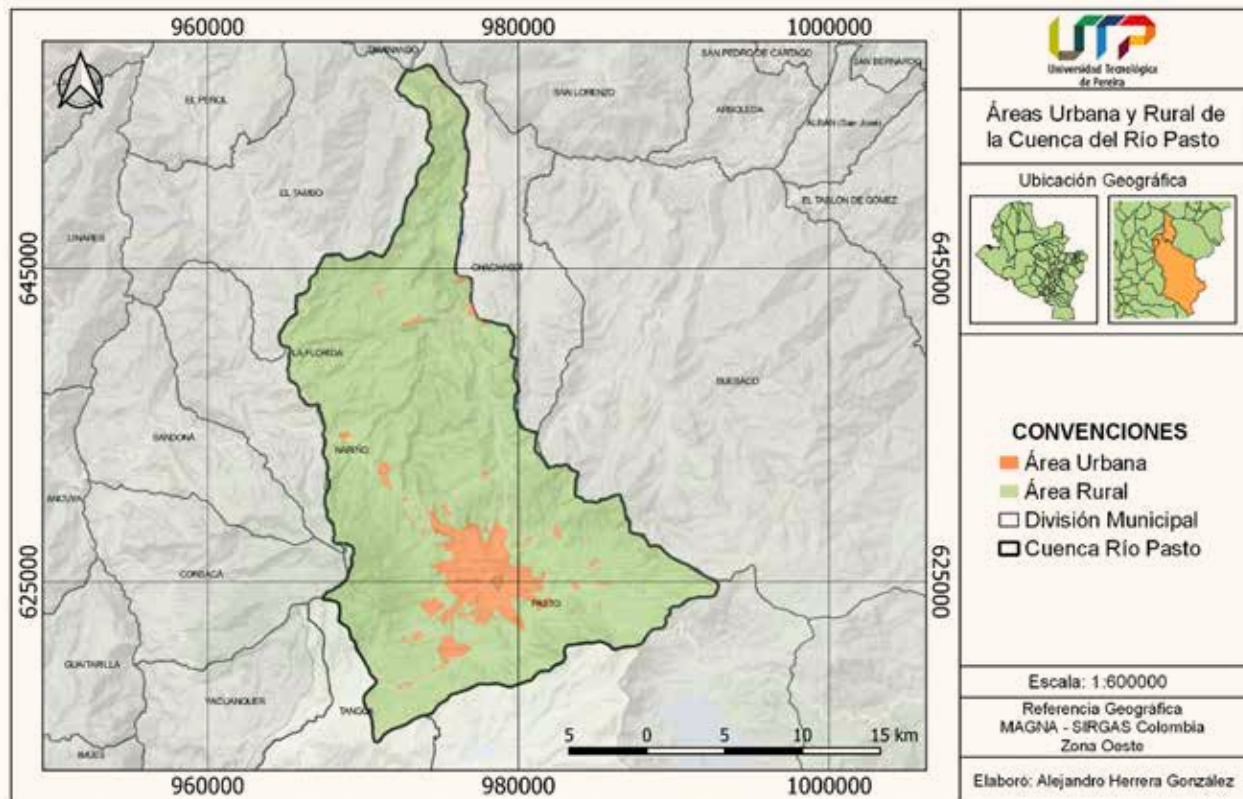


Figura 53. Áreas urbana y rural de la cuenca del Río Pasto

Para la estimación de la demanda del recurso hídrico en el sector doméstico para la zona rural de la cuenca del río Pasto, se utilizó el mismo proceso de cálculo que para la zona urbana, sin embargo, la diferencia radica en una de las variables correspondiente a la participación en porcentaje de la población rural proyectada a 2020 del censo DANE, según el área presente de cada municipio en la cuenca del río Pasto.

Municipios	Población rural DANE 2020	Datos específicos de los municipios en la cuenca del río pasto			
		Área (ha)	Área (km ²)	% de área municipal en la cuenca	Población total rural
Pasto	87229	28460	284,6	26	22679
Buesaco	17.324	340	3,4	1	173
Chachagüí	10.888	4760	47,6	33	3593
El Tambo	8.643	3740	37,4	15	1296
La Florida	7.929	4870	48,7	36	2854
Nariño	1.707	4840	48,4	98	1672
Tangua	10.567	1250	12,5	6	634
TOTALES		48260	482,6		32903

Tabla 40. Cálculo de la población rural de la cuenca del río Pasto.

Con esto se calcula la población total rural de los municipios que hacen parte de la cuenca del río Pasto; con un total de 32903 habitantes. Se tuvo en cuenta este resultado para definir el nivel de complejidad del sistema, la dotación neta y el porcentaje de pérdidas (ver Tabla 41.).

Municipios	Población rural (proyección DANE 2020)	Nivel de complejidad para zona urbana (RAS 2017)	Dotación neta (l/hab/día) (PUEAA Chachagüí)	% de pérdidas (tomadas del municipio de Buesaco)
Pasto	87229	Alto	150	72
Buesaco	17.324	Medio alto	150	72
Chachagüí	10.888	Medio	150	72
El Tambo	8.643	Medio	150	72
La Florida	7.929	Medio	150	72
Nariño	1.707	Bajo	150	72
Tangua	10.567	Medio	150	72

Tabla 41. Dotación neta y porcentaje de pérdidas según el nivel de complejidad del sistema para la zona rural según población proyectada DANE

Para el cálculo de la demanda hídrica del sector doméstico en la zona rural se tuvieron en cuenta los datos de población total rural dentro de la cuenca del río Pasto, siguiendo, tal y como se explicó en el enfoque metodológico, la adopción de una dotación de 150 l/s y unas pérdidas del 72%.

Municipios	Población rural (Proyección DANE 2018)	Dotación Neta (L/hab/día) (Res 0330 de 2017)	% de pérdidas según PUEAA Municipal y RAS 2017	QD (caudal demandado) Según ENA		QD (Caudal demandado) según RAS	
		(L/hab/día)		m³/seg	L/seg	m³/seg	L/seg
Pasto	22679	150	72,00%	0,07	67.72	0,14	140.62
Buesaco	173	150	72,00%	0,00	0.52	0,00	1.07
Chachagüí	3593	150	72,00%	0,01	10.73	0,02	22.28
El Tambo	1296	150	72,00%	0,00	3.87	0,01	8.04
La Florida	2854	150	72,00%	0,01	8.52	0,02	17.7
Nariño	1672	150	72,00%	0,00	4.99	0,01	10.37
Tangua	634	150	72,00%	0,00	1.89	0,00	3.93
TOTAL	32903			0,1	98.25	0.20	204

Tabla 42. Cálculo de la demanda hídrica sector doméstico en zona rural municipal. Según proyección de población DANE.

El resultado indica que la población rural ubicada en el interior de la cuenca tiene una demanda hídrica de 80.05 l/s según la metodología ENA, y 166.22 l/s aplicando la metodología RAS, es decir, el comportamiento del caudal tanto en la zona rural como en la zona urbana presenta el mismo efecto, dado que la estimación con la metodología RAS genera un mayor caudal, por la diferencia en la dotación (neta – bruta) con la cual se realiza el cálculo.

6.3.6.1.3 Cálculo de la Demanda hídrica para el sector doméstico, basado en información de población rural y urbana contenida en los PUEAA municipales.

Para el cálculo de la demanda hídrica del sector doméstico, se utilizó información de población contenida en los PUEAA municipales, priorizando los municipios que tienen centros poblados dentro de la cuenca, calculando el total de la población.

Se utilizó la metodología ENA 2010 y RAS 2017 para realizar el cálculo de la demanda hídrica para el sector doméstico, obteniendo los siguientes resultados:

Nombre	Área (ha)	Población total (según PUEAA y POTS municipales)	Dotación neta (Res 0330 de 2017)		% de perdidas PUEAA y RAS 2017	Qd (Caudal demandado) según ENA 2010		Qd (caudal demandado) según RAS 2017	
			(L/hab/día)	m ³ /hab.seg		m ³ /seg	L/seg	m ³ /seg	L/seg
San Juan de Pasto	2451,413	381.494	140	1,62037E-06	34%	0,83	828,34	0,94	936,61
Villa María	6,807		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Anganoy	41,105		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
San Juan de Anganoy	6,725		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Catambuco	191,143	7660	150	1,73611E-06	72%	0,02	17,82	0,05	47,50
Botanilla	32,582		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Cubijan bajo	1,848		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
La Merced	1,532		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Jongovito	123,516	2441	150	1,73611E-06	72%	0,01	5,68	0,02	15,14
Jamondino	113,907	11224	150	1,73611E-06	72%	0,03	26,11	0,07	69,59
Genoy centro	75,389	2489	150	1,73611E-06	72%	0,01	5,79	0,02	15,43
Charguayaco	7,906		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Mocondino	70,031	7180	150	1,73611E-06	72%	0,02	16,70	0,04	44,52
Dolores	13,085		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Obonuco	58,441	3292	150	1,73611E-06	72%	0,01	7,66	0,02	20,41
Buesaquillo centro	55,132	3490	150	1,73611E-06	72%	0,01	8,12	0,02	21,64
San Francisco	18,542		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Cujacal	13,607		150	1,73611E-06	72%	0,00	0,00	0,00	0,00
Gualmatan	30,632	992	150	1,73611E-06	72%	0,00	2,31	0,01	6,15
Nariño	27,167	3.848	90	1,04167E-06	63%	0,01	5,37	0,01	10,83
Chachagui	22,548	5735	115	1,33102E-06	58%	0,01	10,23	0,02	18,17
Matituy	10,613	1080	150	1,73611E-06	72%	0,00	2,51	0,01	6,70
La laguna	9,525	589	150	1,73611E-06	72%	0,00	1,37	0,00	3,65
Cabrera	6,704	365	150	1,73611E-06	72%	0,00	0,85	0,00	2,26
San fernando	6,471	475	150	1,73611E-06	72%	0,00	1,11	0,00	2,95
Morasurco daza	3,713	740	150	1,73611E-06	72%	0,00	1,72	0,00	4,59
Mapachico alto	3,469	3922	150	1,73611E-06	72%	0,01	9,12	0,02	24,32
Mapachico – aticance	3,469								
Mapachico san jose	2,453								
						0,95	950,81	1,25	1250,46

Fuente: PUEAA.

Tabla 43. Cálculo Demanda Hídrica Doméstica

Las diferentes metodologías (ENA y RAS) aplicadas para el cálculo de la demanda hídrica usando la información de los PUEAA, evidencia una diferencia significativa de 300 l/s, este dato sirvió para contrastar las demandas hídricas domésticas calculadas con la información secundaria recopilada, como se indica a continuación:

Municipios	Q demanda (l/s) (según proyección de población DANE)		Q demanda (l/s) (según población PUEAA)	
	con ENA 2010	con RAS 2017	con ENA 2010	con RAS 2017
Pasto	730.75	890.31	932,70	1214,75
Buesaco		1.07	0	0
Chachagüí	20.01	36.27	10,23	18,17
El Tambo	3.87	8.04	0	0
La Florida	8.52	17.7	2,51	6,7
Nariño	10.72	19.86	5,37	10,83
Tangua	1.89	3.93	0	0
TOTAL	776.28	977.18	950,81	1250,45

Tabla 44. Resultados del cálculo de la demanda para el sector doméstico con población DANE Vs población PUEAA

Como se evidencia en la anterior tabla, es posible asegurar que las demandas hídricas domésticas calculadas con la metodología ENA presenta una variación de 180 l/s aproximadamente, mientras con la aplicación de RAS 2017 se tiene un caudal diferencial aproximado de 280 l/s, siendo los datos del PUEAA los que mayor demanda hídrica presentan.

6.3.6.2 Demanda de Agua Uso Pecuario

Como se mencionó en la metodología para realizar el cálculo de la demanda en este sector, se obtuvo el número de cabezas de los diferentes tipos de ganado, de acuerdo con la participación en porcentaje de cada municipio y los usos de pastos presentes en la cuenca.

Para el caso del municipio de Pasto, la distribución de aves y porcinos, en que no dispone de una información por vereda o corregimiento, se realizó bajo la suposición de que estos se distribuyen uniformemente en toda el área rural de la cuenca. Esto porque no se puede establecer los puntos donde se concentran estos animales. En el resto de los municipios, la distribución de aves y porcinos se realizó en el área total del municipio (rural y urbano), debido a que estos cuentan con sistema de producción traspatio que consiste en la cría y manejo de animales, tanto nativos como criollos, en espacios conocidos como solares o huertos familiares, los cuales son áreas de cultivo, recreación, educación y experimentación aledaños a las viviendas.

La distribución de las cantidades de los tipos de ganado más representativos dentro de la cuenca (ganado bovino), se realizó con base a la información de usos y cobertura de la tierra IGAC. Como se presenta en el Figura 54 a continuación.

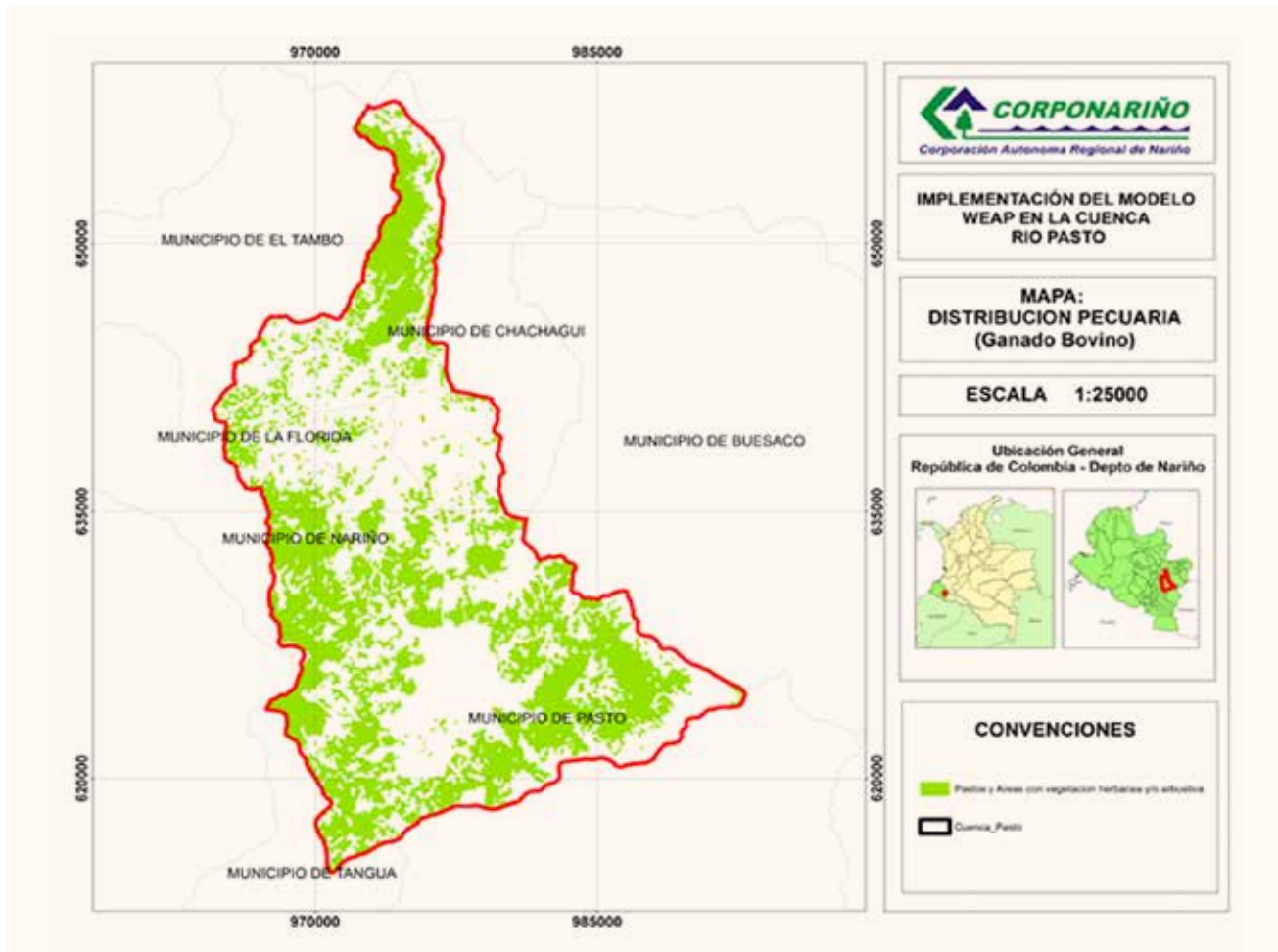


Figura 54. Distribución del ganado bovino según la información de usos y coberturas de la tierra. (Fuente: CORPONARIÑO 2018)

Nombre municipio	Área municipal dentro de la cuenca (HA)	área rural municipal dentro de la cuenca	Pastos (Área total municipal Ha)	Pastos (Área dentro de la cuenca Ha)
Pasto	30827	29229	39050	10805
Buesaco	306	306	16825	135
Chachagüí	4748	4733.5	5332	202
El Tambo	3722	3722	12250	262
La Florida	4881	4881	4945	651
Nariño	2510	2488	1452	1242
Tangua	1259	1259	3712	759

Tabla 45. Áreas de pastos y áreas municipales dentro de la cuenca.
Se obtuvieron los siguientes resultados para la demanda del sector pecuario:

Tipo de ganado sector pecuario	Número de cabezas presentes en la cuenca	Consumo diario por animal según Res 112-2316 (L/día)	Qd con 25% de pérdidas asumido		Qd con 50% de pérdidas asumido		Qd con 80% de pérdidas asumido	
			m³/seg	L/seg	m³/seg	L/seg	m³/seg	L/seg
Bovino	14406	60	0.01	12.51	0.02	15.01	0.02	18.01
Porcino	43103	61	0.04	38.04	0.05	45.65	0.05	54.78
Equino, Aznar, mular	8771	40	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	0.07
Ovino	22	15	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
Caprino	2058283	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Avicultura	8771	0.2	0.01	5.96	0.01	7.15	0.01	8.58
TOTAL			0.06	56.57	0.07	67.88	0.08	81.46

Fuente: Censo Agropecuario 2014

Tabla 46. Resultados del cálculo de la demanda para el sector pecuario según metodología ENA 2010.

6.3.6.3 Demanda de Agua Sector Agrícola

Una vez aplicada la metodología para estimar la demanda teórica del sector agrícola, los resultados muestran que los diferentes cultivos concentran la mayor demanda en los meses de Julio, Agosto y Septiembre, coincidiendo con los meses de menor precipitación, humedad relativa y oferta hídrica. La Tabla 47. Demanda teórica de riego muestra los consumos mensuales estimados para cada usuario agrícola priorizada que se identifica en el modelo WEAP como un nodo de demanda. Es importante reiterar que cifras obtenidas son teóricas y no están corroboradas con información real registrada en los cultivos directamente. Sin embargo, el modelo representa un patrón de demanda variable durante el año que, tal como ocurre en la práctica, muestra que los meses de mayor demanda coinciden con los meses de menor precipitación y oferta hídrica.

Meses	Nodos de demanda											DEMANDA MENSUAL	PORCENTAJE DE LA DEMANDA POR MES
	DdaCent_2073_Agr_Riego/Cebolla	DdaCent_2073_Agr_Riego/Papa	DdaCent2090_Agp_Riego/Cebolla	DdaCent2090_Agp_Riego/Hortalizas	DdaLope_1980_Agr_Riego/Cebolla	DdaLope_1980_Agr_Riego/Hortalizas	DdaLope_2041_Agr_Riego/Áreas_Agrícolas_Heterogéneas	DdaLope_2041_Agr_Riego/Pastos	DdaMiji_1384_Agr_Riego/Pastos	DdaMira_2013_Agr_Riego/Hortalizas	DdaMira_2013_Agr_Riego/Papa		
Ene	156	157	501	417	559	134	781	625	633	560	487	5009	11%
Feb	158	0	344	266	544	260	468	261	344	354	633	3631	8%
Mar	152	0	272	195	262	72	329	128	398	422	466	2698	6%
Abr	150	0	0	0	0	0	126	0	395	0	126	798	2%
May	0	0	69	64	129	0	133	128	129	265	530	1447	3%
Jun	0	0	332	130	405	65	666	0	408	608	477	3092	7%
Jul	151	0	589	192	527	0	531	129	801	797	1188	4904	11%
Ago	1088	0	1106	1356	1383	449	1669	1346	1294	1370	1026	12086	26%
Sep	1565	0	864	359	818	1000	687	553	677	831	1178	8533	18%
Oct	0	0	273	196	266	69	196	0	334	207	279	1821	4%
Nov	0	0	0	0	64	0	132	0	201	0	127	524	1%
Dec	0	0	189	71	264	64	273	69	193	269	340	1733	4%
DEMANDA ANUAL POR TIPO DE CULTIVO, m3/ha año	3420	157	4540	3247	5223	2113	5991	3239	5806	5683	6857	46275	100%

Tabla 47. Demanda teórica de riego

Desarrollos posteriores del modelo requieren ajustar la siguiente información:

- Extensión de las áreas cultivadas con sistemas de riego
- Distribución porcentual del tipo de cultivos por área cultivada bajo riego
- Información operativa del sistema de riego en cuanto a tipo, caudal y eficiencia de la actividad.

6.3.6.4 Demanda de Agua Sector Industrial

Durante la fase de priorización de usuarios, se destaca que los sectores predominantes en la cuenca río Pasto son: doméstico, agrícola y de generación eléctrica en menor proporción, además se priorizó un usuario de características industriales como lo fue el proyecto denominado Mina Armenia, cuyas labores de extracción de Arena han disminuido considerablemente en recientes años.

Cuentan con una concesión de aguas activa de 4.5 l/s, y se evidenció en visitas de inspección que el uso de agua es mínimo, con un promedio de 15 m³ para lavar arena durante 3 días a la semana, que corresponden a un consumo promedio de 0.11 l/s.

6.3.6.5 Caudales ambientales

Dado que no existe un acto administrativo que determine la metodología a aplicar en para el cálculo del caudal ecológico en la cuenca del río Pasto, no se incluyen resultados al respecto en este documento.

6.3.6.6 Distribución actual del recurso hídrico de la cuenca y sus afluentes priorizados

La cuenca del Río Pasto presenta una demanda de 2389 l/s, representada en un total de 763 concesiones otorgadas por CORPONARIÑO⁹, de las cuales 580 se encuentran activas y 183 inactivas. De acuerdo con las categorías de usos definidas por el Ministerio de Agricultura mediante el decreto 1541 de 1978, se identifican en la cuenca los siguientes usos del recurso hídrico: abastecimiento doméstico, generación hidroeléctrica, riego y silvicultura, acuicultura y pesca, uso industrial, abastecimiento de abrevadero, recreación y deporte. Algunos de los usuarios registrados corresponden a usos relacionados con lavado de autos y pavimentación que no concuerdan con la clasificación del decreto, pero que en este documento se clasifican como otros.

6.3.6.6.1 Distribución de usuarios por tipo de demanda

En la Figura 55 se muestran los porcentajes y el caudal concesionado para cada tipo de uso. El abastecimiento doméstico (66,85%) representa el uso principal, seguido de riego y silvicultura (16,44%), los dos usos representan un total de 83,29%. Mientras, los usos de generación de energía (6,49%), uso industrial (4,04%), abastecimiento de abrevaderos (2,74%), acuicultura y pesca (2,50%), recreación y deporte (0,54%) y otros (0,40%), representan solo el 16,71% de los usos del recurso hídrico en la cuenca del Río Pasto.

9. La demanda real sería superior si se consideran las captaciones no legalizadas.

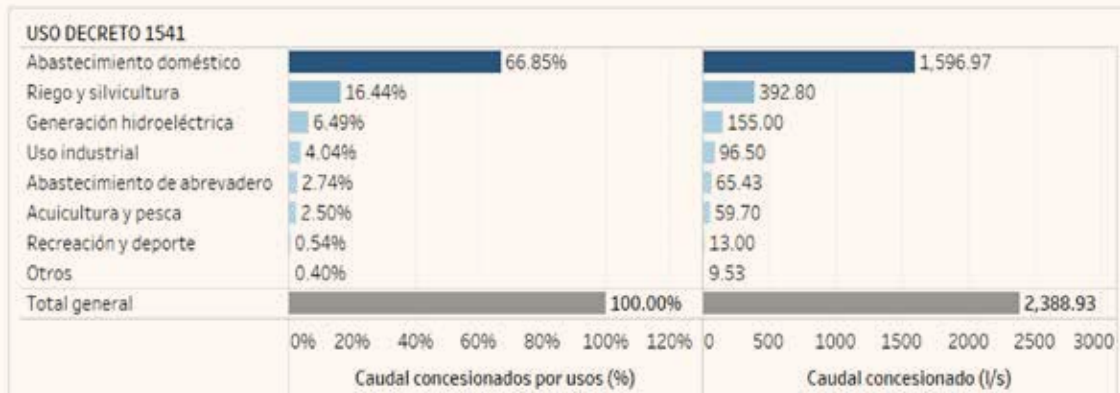


Figura 55. Usos del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto

De acuerdo con la base de datos de concesiones de CORPONARIÑO, algunos usos de corresponden a usuarios que hacen múltiples tipos de uso del agua. En la Figura 56, en la columna USO DEFINIDO se muestra las categorías usadas por CORPONARIÑO en las resoluciones de concesión.



Figura 56. Usos mixtos en la cuenca del río Pasto

Los usos múltiples que se observan en la figura anterior indican la complejidad de las formas en que se usa y demanda el agua en la cuenca; por ejemplo, algunas concesiones para consumo humano se combinan con usos agropecuarios, industriales y comerciales que hacen difícil la estimación de unidades de consumo, dotaciones, etc. que adicionan incertidumbre a la modelación de balances hídricos en la cuenca.

Por otro lado, cuando se comparan los usos del recurso hídrico por municipio, se evidencia que el municipio de Pasto se abastece con 2091,32 l/s lo que representa un 87,54% del consumo total del recurso hídrico en la cuenca. En la Figura 57 se evidencia que el uso principal es el de abastecimiento doméstico (66,79%), que junto al uso para riego y silvicultura (16,84%), representan el 83,63% del consumo del recurso hídrico.

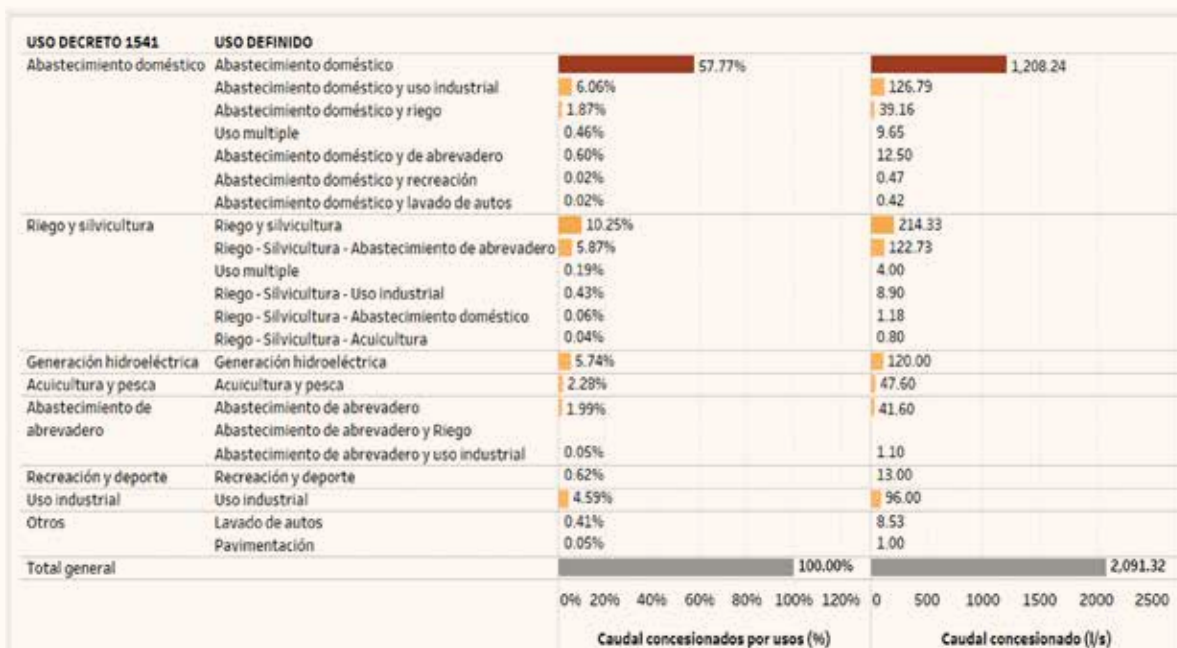


Figura 57. Usos del recurso hídrico municipio de Pasto

El municipio de Chachagüí consume 208,9 l/s que corresponde al 8,74% del consumo total del recurso hídrico en la cuenca. En la Figura 58 se observa una distribución similar a la que presenta el municipio de Pasto, en la que el uso principal es el de abastecimiento doméstico (62,34%), seguido de la generación hidroeléctrica (16,75%), el riego y la silvicultura (9,5%) y la acuicultura y pesca (5,41%).



Figura 58. Usos del recurso hídrico municipio de Chachagüí

En el municipio de Nariño, se presenta un consumo de 88,71 l/s que representa el 3,71% del consumo del recurso hídrico de la cuenca. En la Figura 59 se indica que el principal uso es el abastecimiento doméstico con un consumo del 71,07%; el 28.93% restante, corresponde a riego y silvicultura (23,67%), abastecimiento de abrevaderos (4,36%) y el uso de acuicultura y pesca (0,90%).



Figura 59. Usos del recurso hídrico municipio de Chachagüí

6.3.6.6.2 Conflictos por uso del agua en la cuenca

Los conflictos de uso por el agua en la cuenca se aproximaron mediante el análisis del historial de quejas recibidas en CORPONARIÑO para 2016 – 2019. De acuerdo con este, se tiene un total de 40 peticiones, quejas y reclamos, y la mayoría se relacionan con aspectos de afectación de la ronda

hídrica, captaciones ilegales, desvío de cauces, exceso del caudal concesionado, taponamiento de cauces y usos ilegales del agua.

Particularmente, en Figura 60 se observa que en el municipio de Pasto presenta un mayor número de denuncias seguido del municipio de Chachagüí. El tipo de conflicto con mayores denuncias, es la captación ilegal del recurso hídrico; también son considerables las denuncias por el uso del caudal concesionado, el exceso del caudal concesionado y el desvío de cauces.

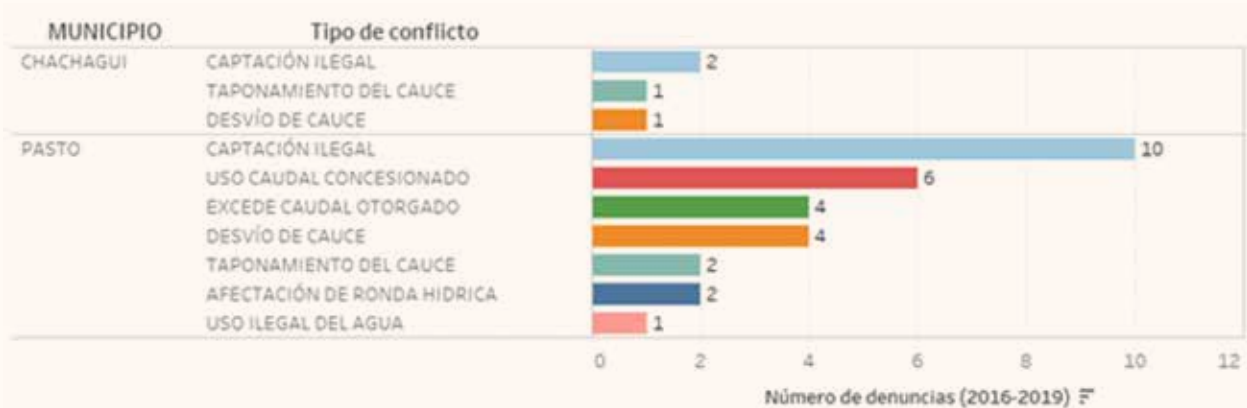


Figura 60. Denuncias por municipio

Estas denuncias indican que efectivamente hay conflictos asociados a la asignación del uso del agua en la cuenca. Lo anterior motiva al desarrollo de instrumentos de reglamentación como es el caso de este proyecto. Infortunadamente, las quejas carecen de detalle para realizar su georeferenciación que nos permita contrastar la problemática de estas.

6.3.6.6.3 Priorización de Usuarios

Una vez caracterizados los usuarios por demanda en la cuenca del río Pasto, se realizó el análisis de las concesiones otorgadas para posteriormente priorizarlas. De esta manera, se tomaron todas las concesiones otorgadas en la cuenca alta del río Pasto y de los municipios de Chachagüí y Nariño. Como se observa en la Figura 61, son muchas las concesiones otorgadas en las zonas de interés definidas, por esto se debe considerar la cantidad de agua concesionada para enfocar el análisis sobre aquellos usuarios que representan el mayor porcentaje, dado que no es posible hacer un análisis sobre las 787 concesiones activas que hay para la cuenca.

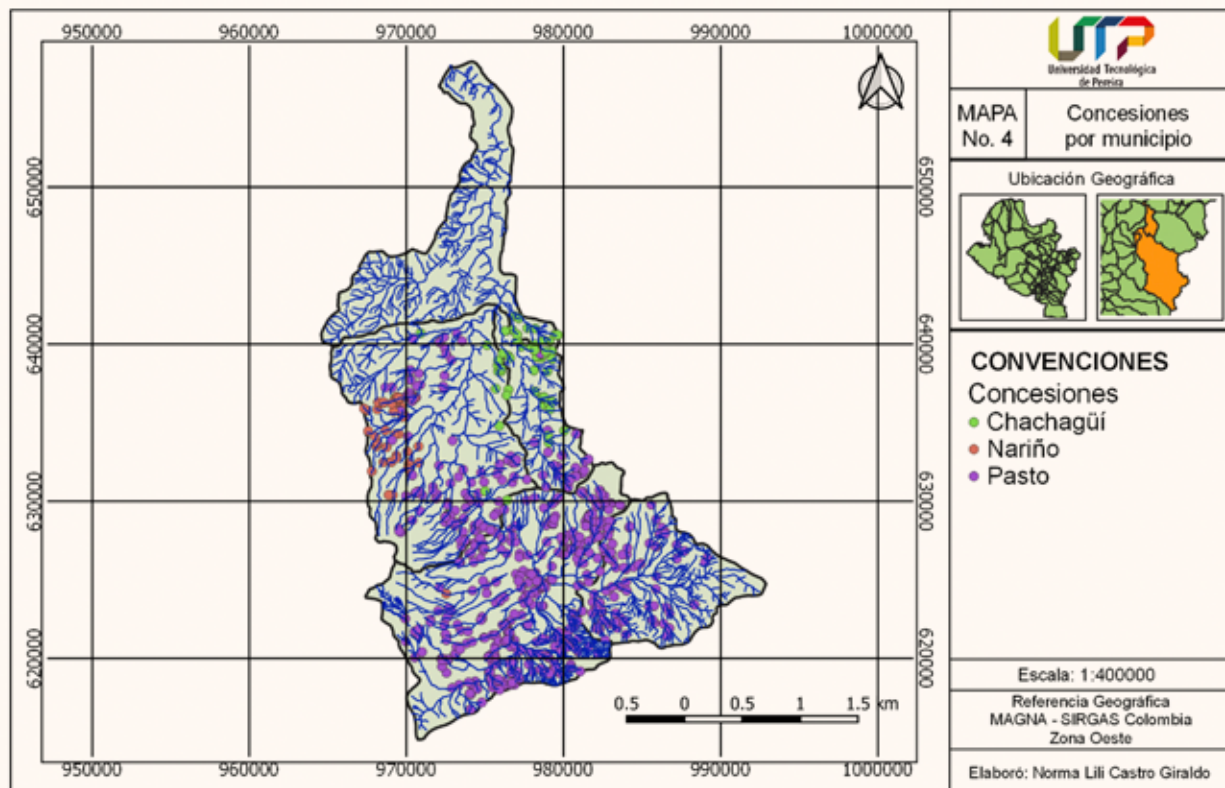


Figura 61. Mapa de concesiones de agua en los municipios de Pasto, Chachagüí y Nariño ubicadas dentro de la cuenca del río Pasto

De esta forma, una vez seleccionadas las concesiones, se procedió a concertar con el equipo de CORPONARIÑO, los municipios, corrientes y usuarios de interés que se tendrían en cuenta. Es así como para el caso de la cuenca alta del río Pasto las corrientes de interés son: el río Pasto y sus afluentes, quebrada Miraflores, Mijitayo, El Tejar, Dolores, El Barbero, Arrayán y Lope; para el caso de Chachagüí, las captaciones sobre el río Bermúdez y la quebrada Alcalá, y el municipio de Nariño, con las captaciones sobre la quebrada Chorrillo, Maragato, Carnicería y Chorreras.

Al considerar la diferencia entre las concesiones realizadas en el municipio de Pasto, para la generación de energía y el acueducto, con referencia a los otros municipios, se evidenció la necesidad de realizar una priorización para cada uno de ellos y así lograr los principales usuarios en las corrientes de interés referidas para cada municipio. Esta priorización se realizó mediante un diagrama de Pareto, con el cual se pone atención en aquellos usuarios que, con mayores concesiones, representan el mayor porcentaje de demanda de agua en la cuenca (Ver Figura 62)

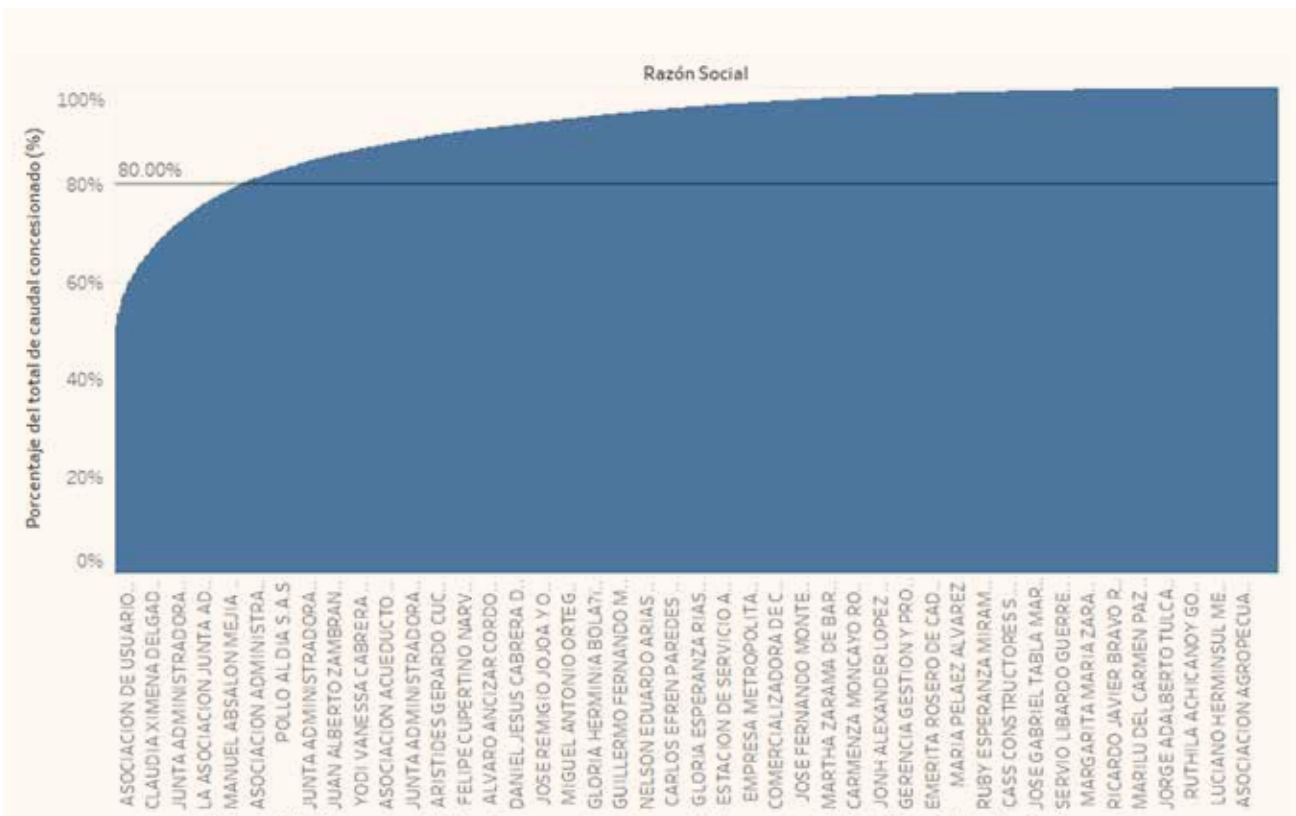


Figura 62. Diagrama de Pareto para concesiones de la cuenca alta del municipio de Pasto

Una vez identificados los usuarios que suman el 80% del agua concesionada, se realizó una revisión de las corrientes en que se ubican estos puntos de concesión para analizar si se corresponden a cuencas en las que se conocen problemas de abastecimiento de agua o se infiere un posible conflicto por demanda entre usuarios que captan de una misma corriente. De acá resulta el listado de usuarios priorizados para realizar el proceso de reglamentación. En las siguientes tablas se presentan la información y codificación de los usuarios y corrientes priorizados para el proceso de reglamentación.

Expediente	Usuario	Razón social	Caudal (l/s)	Tipo de usuario	X	Y
CSC-034-18	Claudia Ximena Delgado Delgado	Claudia Ximena Delgado Delgado	10	Natural	984467	625824
CSC-086-16	Guillermo Alvaro Guancha Burgos	Guillermo Alvaro Guancha Burgos	9	Natural	983139	626242
CSC-056-10	Álvaro Clemente Figueroa Rosero	Congregación del Oratorio de San Felipe Neri	7.94	Jurídica	974223	624320
CSC-269-14	Campo Elias Iqua Inzandara	Junta Administradora del acueducto El Rosario	33	Jurídica	981397	628720
CSC-094-17	Claudia Milena Botina Josa	Junta Administradora de Acueducto Y Alcantarillado de San Fernando	10	Jurídica	983662	624565
CSC-329-15	Fernando Andrés Vargas Mesías	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	650	Jurídica	981039	624658
CSC-272-14	Fernando Andrés Vargas Mesías	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	385	Jurídica	975136	613263
CSC-331-15	Fernando Andrés Vargas Mesías	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	120	Jurídica	975260	619118
CSC-330-15	Fernando Andrés Vargas Mesías	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	98	Jurídica	975078	624647
CSC-332-15	Fernando Andrés Vargas Mesías	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	80	Jurídica	981014	626072
CSC-200-13	Floriberto Matabanchoy Matabanchoy	Junta administradora del acueducto de Buesaquillo	19	Jurídica	983062	629875
CSC-191-16	Jesús Bernardo Esparza	Junta administradora del acueducto y alcantarillado rural de Botanilla	10.22	Jurídica	975501	619612
CSC-046-15	María Olga Achicanoy de Montilla	Asociación de usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado de corregimiento de Obonuco	14	Jurídica	972742	623152
CSC-047-15	María Olga Achicanoy De Montilla	Asociación de usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado de corregimiento de Obonuco	8	Jurídica	972864	622992
CSC-219-09	Raquel Benavides	Junta administradora del acueducto y alcantarillado de los barrios Caicedonia y José Antonio Galán	8.5	Jurídica	981328	626809
CSC-155-11	Luis Arcesio Arciniegas Perugache	Club campestre de pesca y tiro	10	Jurídica	981867	623599
CSC-133-15	Mariela Obando Hernández	Asociación Agropecuaria piscícola ACUARANDA - ASO ACUARANDA	15	Jurídica	986358	622219
CSC-077-17	Jorge Albeiro Chingual Vargas	CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P.	850	Jurídica	974618	613154
CSC-420-16	Bolívar Víctor David Martínez	Bolívar Víctor David Martínez	10	Natural	982052	623206
CSC-138-17	Germán Rene Mojomboy Pianda	Asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de pequeña escala agua de riego ASOFUENTES	8	Jurídica	982953	628191
CSC-091-13	Germán Rene Mojomboy Pianda	Asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de pequeña escala agua de riego "ASO - Fuentes San Francisco- Alianza"	50	Jurídica	982569	629700
2804	José María Patichoy Pianda	Asociación administradora del agua de riego del corregimiento de Buesaquillo	30	Jurídica	982289	628478
CSC-119-15	Nestor Lauro Jojoa Rojas	Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla	15	Jurídica	975331	619129
CSC-266-16	Sara Angela Arturo Gonzáles	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	13.68	Jurídica	981085	626817
CSC-138-10	Mauro Gilberto Bastidas Pazos	Mauro Gilberto Bastidas Pazos	4.5	Natural	976642	622404

Tabla 48. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Pasto parte alta de la cuenca, zona de influencia de la Ciudad de Pasto

Sobre este listado de usuarios priorizados se realiza a su vez un análisis sobre el porcentaje que representa cada usuario sobre al caudal total concesionado.

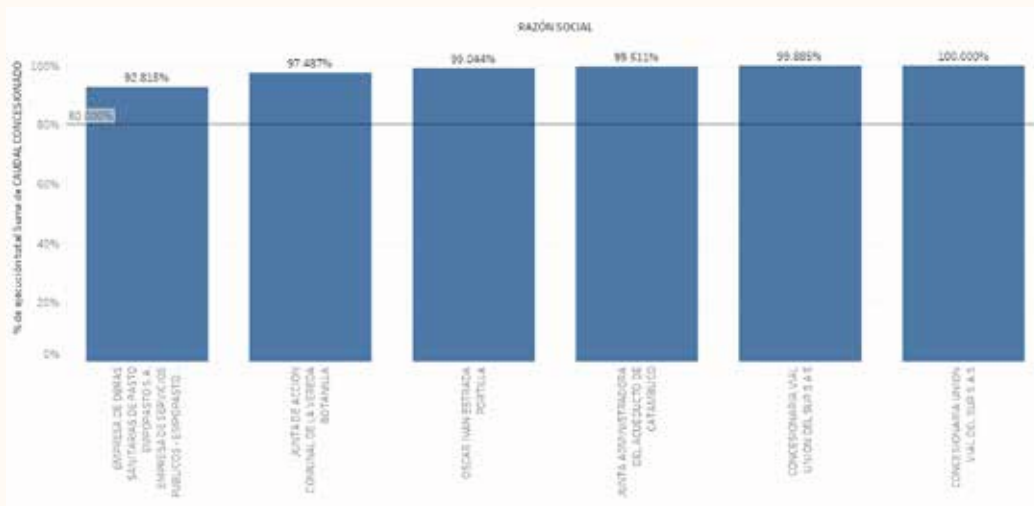


Figura 63. Distribución de las concesiones por usuarios priorizados en la parte alta del río pasto

Para la parte alta del río Pasto, se encuentra que EMPOASTO representa el 92.815% de la demanda, entre los usuarios priorizados de esta zona. Se evidencia que un sólo usuario representa más del 80% de la demanda, por lo tanto, sobre este usuario se debe orientar de manera prioritaria cualquier medida de gestión de la demanda, sin perjuicio de analizar los usuarios restantes.

Para el caso de la cuenca del río Bermúdez, se aprecia las concesiones otorgadas en esta, previo a la selección de las corrientes priorizadas.



Figura 64. Distribución de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez, zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO)

Figura 64. Distribución de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez, zona de influencia

casco urbano del municipio de Chachagüí (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO)
 Del gráfico se observa que 11 usuarios representan alrededor del 80% de la demanda, de es
 tos se consideraron tres (Tabla 49) como los más importantes en términos de conflictos potenciales
 por el recurso hídrico, siendo el principal el Municipio de Chachagüí por el conocimiento explícito
 de los problemas de suministro del recurso en la cabecera municipal.

Expediente	Usuario	Razón social	Caudal (L/s)	Tipo de usuario	X	Y
CSC-276-09	Arnulfo Eduardo Pinta López	Alcaldía Municipal de Chachagüí	90	Jurídica	978779	636153
CSC-289-16	Santiago Enriquez Villanueva	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Chachagüí sociedad por acciones simplificada SAS ESP - EMPOCHACHAGUI SAS ESP	10	jurídica	978214	640992
CSC-009-16	Emna Ligia García López	Cooperativa Multiactiva Social Mayorista LTDA – SOCIALCOOPP	35	jurídica	979070	633754

Tabla 49. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez, zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí

La siguiente gráfica resume la distribución de las concesiones por los usuarios priorizados para el municipio de Chachagüí. En las cuales la empresa de acueducto y el municipio representan las mayores concesiones.

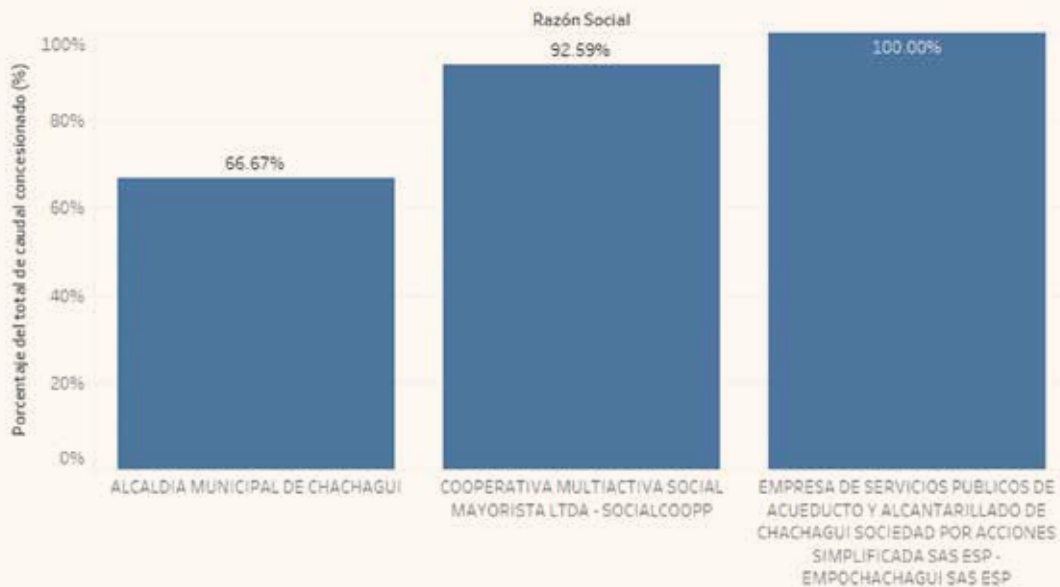


Figura 65. Concesiones por los usuarios priorizados para el municipio de Chachagüí (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO)

Finalmente, para el caso del municipio de Nariño, en la siguiente gráfica se encuentran las concesiones otorgadas en el área de influencia del municipio, encontrando que 7 concesiones representan aproximadamente el 80% del caudal concesionado (Figura 66).



Figura 66. Concesiones otorgadas en el municipio de Nariño
(Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO)

Expediente	Usuario	Razón social	Caudal (L/s)	Tipo de usuario	X	Y
CSC-101-17	Floriberto Lucio Martinez Yanguatan	Junta Administradora De Acueducto de Anganyoy	15	Jurídica	972541	624122
CSC-335-14	Hernán Dario Villota Delgado	Corporación de Servicios Públicos de acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN	14	Jurídica	968079	633496
CSC-107-15	Hernán Dario Villota Delgado	Corporación de Servicios Públicos de acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN	10	Jurídica	968541	632504
CSC-120-18	Juan Dario Muñoz Madroñero	Corporación de Servicios Públicos de acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN	10	Jurídica	968995	632521
CSC-118-18	Juan Dario Muñoz Madroñero	Corporación de Servicios Públicos de acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN	1.12	Jurídica	969144	630406

Tabla 50. Listado de usuarios priorizados cuenca del río Bermúdez zona de influencia casco urbano del municipio de Chachagüí

La siguiente gráfica resume la distribución de las concesiones por los usuarios priorizados para el municipio de Nariño (Figura 67) donde CORSEN, representa 70% del caudal concesionado entre los usuarios priorizados.

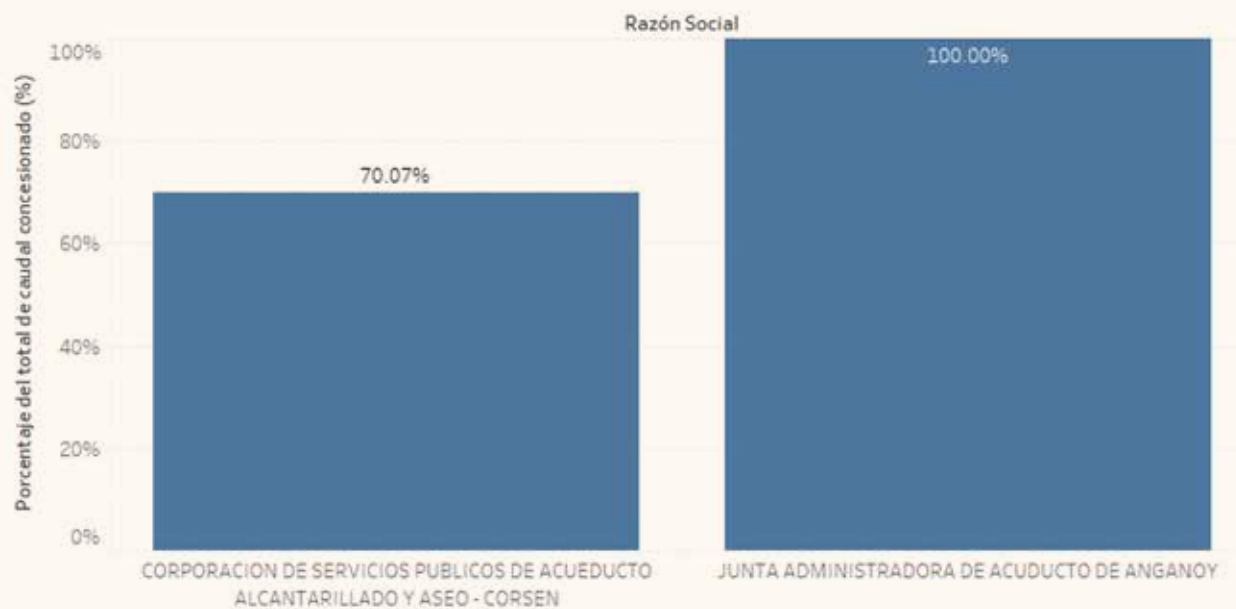


Figura 67. Distribución de las concesiones por usuarios priorizados para el municipio de Nariño (Fuente: Base de datos concesiones CORPONARIÑO)

6.3.6.6.4 Caracterización de usuarios priorizados

6.3.6.6.4.1 Usos de las concesiones de usuarios priorizados

Las 35 concesiones priorizadas de la cuenca del río Pasto consumen 1386 l/s, que equivale al 58,01% del caudal total de las concesiones de la cuenca. Los usos identificados corresponden al abastecimiento doméstico (84,84%), principalmente; al riego y la silvicultura (8,41%), la generación hidroeléctrica (2,53%), la acuicultura y la pesca (1,80%), el abastecimiento de abrevaderos (1,37%), la recreación y el deporte (0,72%); y el uso industrial (0,32%). En la Figura 68 se encuentran los caudales concesionados a los usuarios priorizados con el respectivo porcentaje.



Figura 68. Usos usuarios priorizados

El municipio de Pasto representa un mayor número de usuarios y usos priorizados, como se muestra en la Figura 69 el uso principal es el abastecimiento doméstico (1843,6 l/s), generación hidroeléctrica (850 l/s), riesgo y silvicultura (116,68 l/s), y acuicultura y pesca (25 l/s). En el caso del municipio de Chachagüí, se priorizó el uso de abastecimiento doméstico con un consumo de 100 l/s y generación hidroeléctrica con un consumo de 35 l/s. Finalmente, para el municipio de Nariño se priorizó el uso de abastecimiento doméstico con un consumo de 50,12 l/s.



Figura 69. Usos usuarios priorizados para el municipio de Pasto

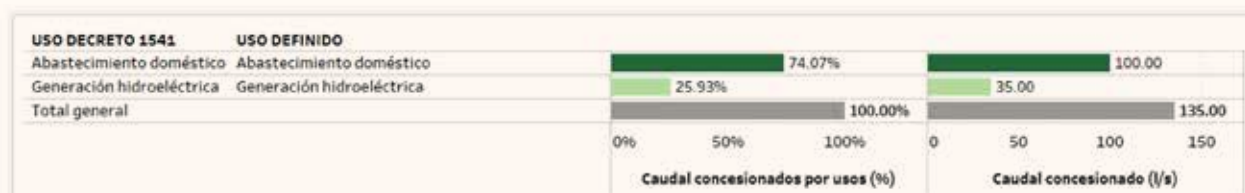


Figura 70. Usos usuarios priorizados para el municipio de Chachagüí



Figura 71. Usos usuarios priorizados para el municipio de Nariño

En cuanto a los usuarios del recurso hídrico de la cuenca que fueron priorizados, el 11,42% (4 de 35) jurídicamente corresponden a usuarios que son personas naturales, mientras el 88,57% corresponden a personas de naturaleza jurídico entre ellos: EMPOPASTO, EMPOCHACHAGÜÍ, Alcaldía de Chachagüí, Corporación de Servicios Públicos de Acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN, Juntas Administradoras de Acueductos, Asociaciones de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado, Asociaciones agropecuarias, Club Campestre De Pesca y Tiro, Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P., Cooperativa Multiactiva Social Mayorista Ltda – Socialcoop, Juntas de Acción y el Servicio Nacional De Aprendizaje Sena.

El principal usuario de agua en la cuenca es, EMPOPASTO S.A. con un consumo de 1653 l/s para el abastecimiento doméstico del municipio de Pasto. Posteriormente, las Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P. con un consumo de 850 l/s y la Alcaldía Municipal de Chachagüí con un consumo de 90 l/s

6.3.7 Balance Hídrico

El balance hídrico en la cuenca consiste en contrastar para cada usuario priorizado, para cada mes del periodo de modelación, su demanda frente al caudal concesionado y a la oferta de agua en el sitio de captación. Esto se logra haciendo uso del modelo WEAP calibrado y validado. Este modelo se adjunta en el anexo 9.9.

6.3.8 Modelo conceptual

El modelo conceptual es una representación que se hace de la cuenca en términos de su extensión y los usos y coberturas del suelo (Catchments), sus elementos físicos asociados a la oferta de agua (Ríos, quebradas y embalses, estaciones hidrométricas), los elementos asociados a nodos de demanda (Ciudades, zonas de riego, acueductos rurales, estaciones piscícolas, etc.), y zonas de interés como puntos de captación de aguas, puntos de control de caudal ecológico, etc.

Es así como la Figura 72 muestra el modelo conceptual construido, que en el modelo WEAP se observa en el modo Schematic, con sus elementos principales, así:

- 138 Catchments
- 29 Corrientes
- 23 nodos de demanda
- 37 puntos de captación

Es preciso aclarar que el modelo conceptual presentado, además de incluir la cuenca del río Pasto, se extiende a unos sectores de la cuenca del río Bobo, con el fin de integrar en el proceso de modelación y en los balances hídricos las aguas de transvase procedentes de la quebrada piedras y el embalse del río Bobo. Esto se hace porque la exploración de escenarios de oferta y demanda en la parte alta de la cuenca del río Pasto debe considerar este transvase.

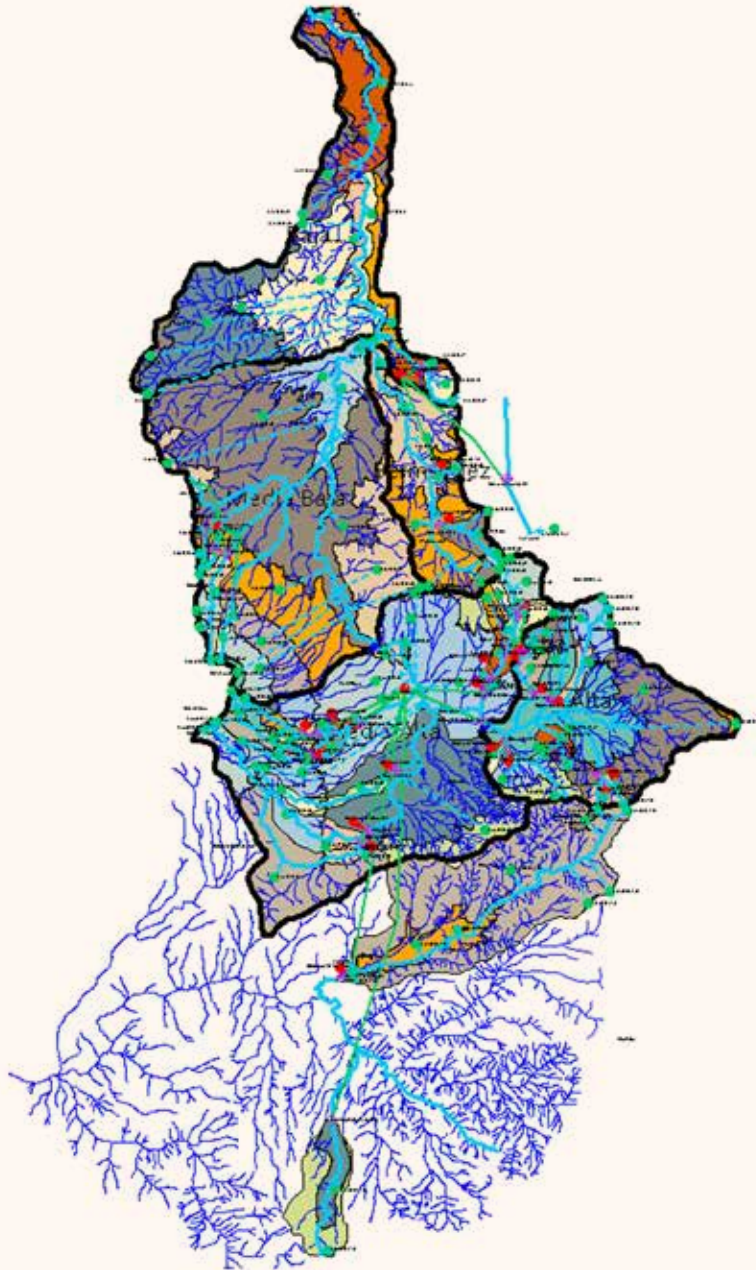


Figura 72. Esquema conceptual modelo WEAP

6.3.8.1 Puntos de interés y unidades de análisis Hidrológico – Catchments

Es preciso aclarar que el modelo conceptual presentado, además de incluir la cuenca del río Pasto, se extiende a unos sectores de la cuenca del río Bobo, con el fin de integrar en el proceso de modelación y en los balances hídricos las aguas de transvase procedentes de la quebrada piedras y el embalse del río Bobo. Esto se hace porque la exploración de escenarios de oferta y demanda en la parte alta de la cuenca del río Pasto debe considerar este transvase.

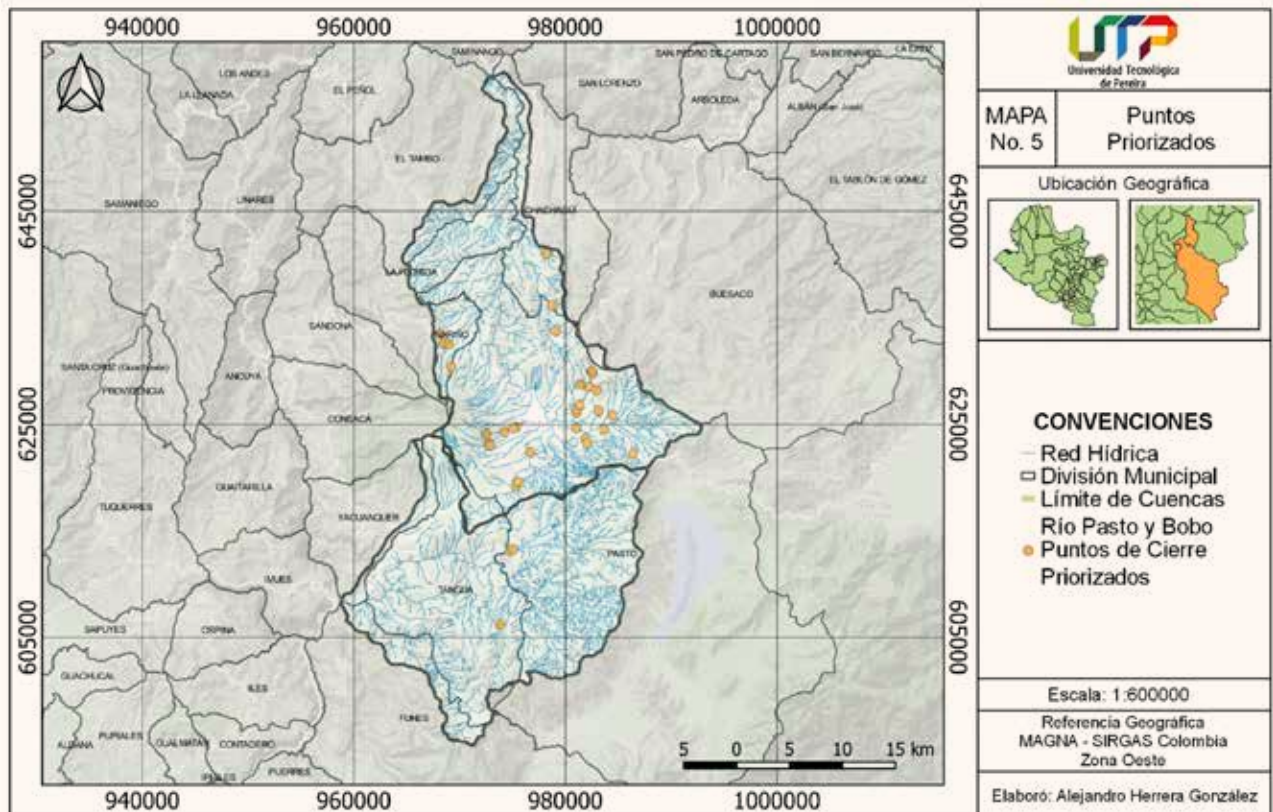


Figura 73. Ubicación puntos de cierre priorizados

Lo anterior permitió la elaboración de las áreas aferentes a partir de estos puntos de cierre y el uso del modelo de elevación digital Shuttle Radar Topography Mission con el cual se establecieron los límites de las diferentes áreas de análisis.

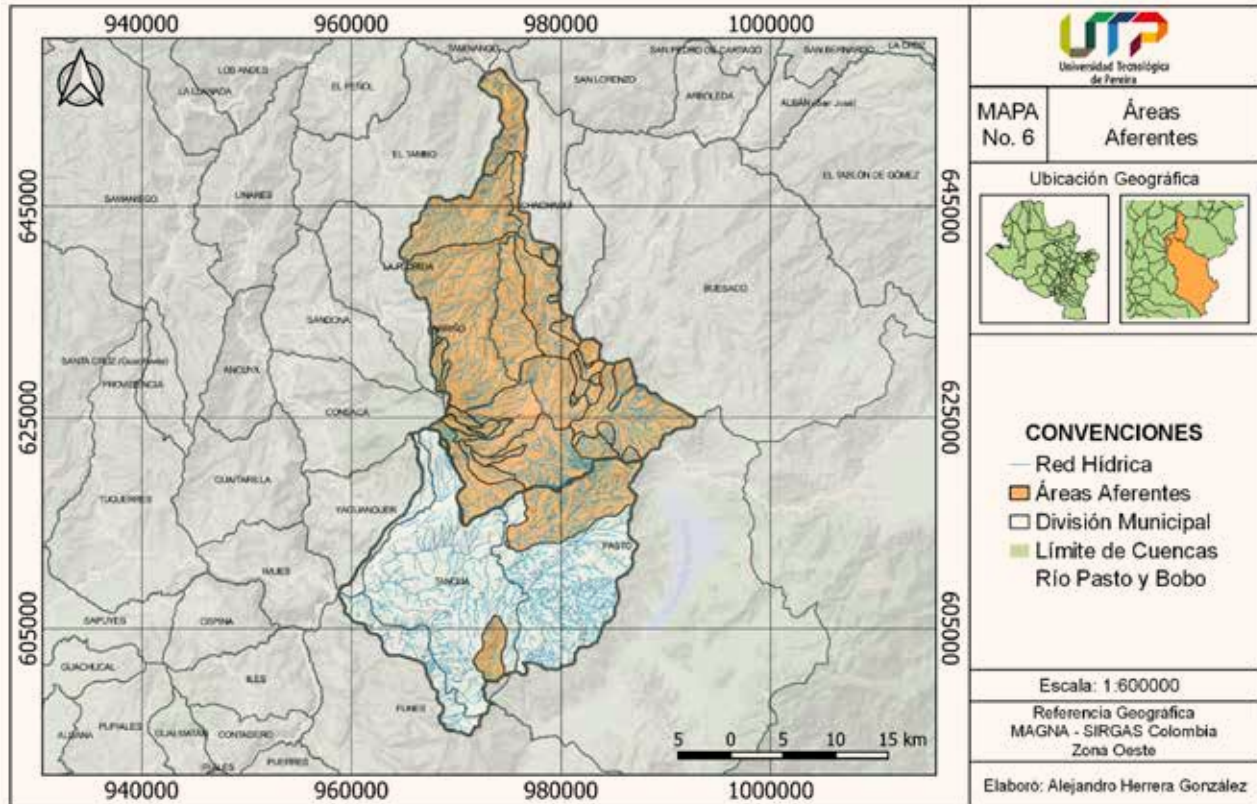


Figura 74. Áreas aferentes a partir de puntos de cierre

Figura 74. Áreas aferentes a partir de puntos de cierre

Por otro lado, se llevó a cabo un proceso de reclasificación y vectorización del modelo de elevación digital SRTM, el cual consistió en dividir este en fajas cada 500 metros, y al ser vectorizado permitió la elaboración de una intersección posterior entre las diferentes áreas de análisis y las fajas de elevación.

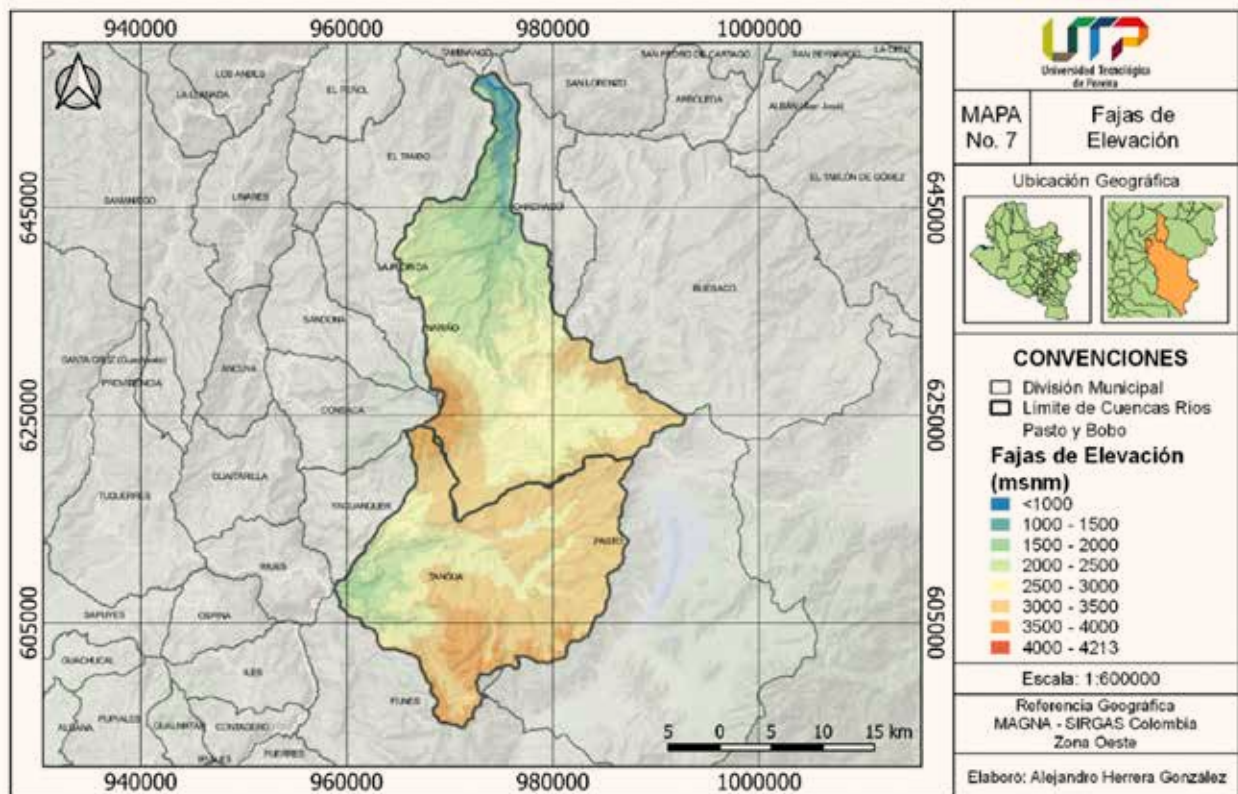


Figura 75. Fajas de elevación (Fuente: Elaboración propia)

El resultado de la intersección corresponde a los Catchments los cuales fueron codificados mediante 3 criterios. El primero, a la zona donde se ubica el Catchment, con un total de 6 zonas, el segundo, al rango de elevación en el cual se encuentra y el tercero una secuencia numérica.

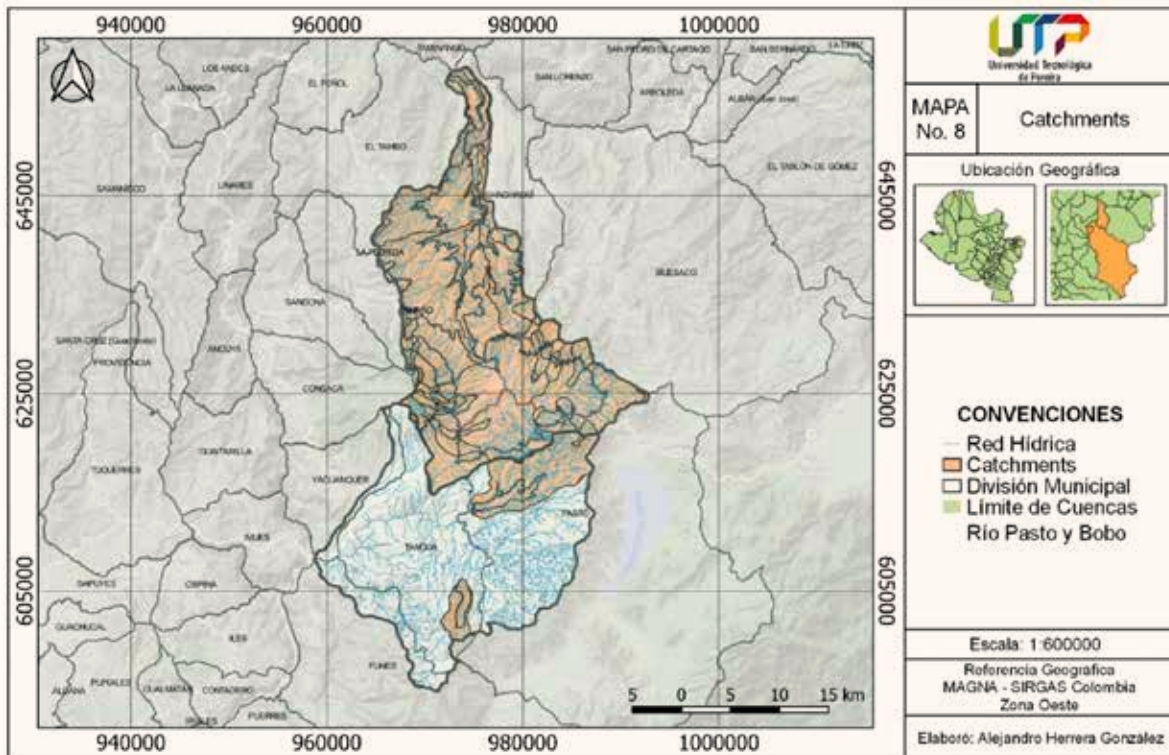


Figura 76. Catchments resultantes (Fuente: Elaboración propia)

6.3.8.2 Nodos y módulos de Demanda

A continuación se presentan los valores que se usan en WEAP en el escenario de referencia del modelo. Para el caso de consumo humano de zonas urbanas y rurales, la Tabla 51 y Tabla 52 muestran la población en el año base 2020, los consumos per cápita por año, las pérdidas de agua en el sistema y el caudal total concesionado de cada usuario.

En la Tabla 53 y

Tabla 54 se muestran, para las piscícolas y el consumo pecuario, los valores de consumo de agua por usuario por año, las pérdidas y el caudal concesionado para cada usuario.

En la Tabla 55 se muestra, para el consumo industrial, los valores de consumo de agua por usuario por año, las pérdidas y el caudal concesionado para cada usuario.

Finalmente, en la Tabla 56 se muestra, para el sector agrícola, las áreas de cultivo y porcentajes de tipo de cultivo, los consumos anuales de agua de cada cultivo por hectárea, las pérdidas y el caudal concesionado.

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Población año 2020	Consumo Per cápita m ³ /hab año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
3242 1952 1953 1955 1968 1960	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO s.a. Empresa de Servicios Públicos - EMPOPASTO S.A. E.S.P.	305360	51.1	34	1848 ¹⁰
2028 2059 2060	Corporación de Servicios públicos de Acueducto Alcantarillado y Aseo – CORSEN	10556	42	72	28
2053	Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Chachagüí Sociedad por Acciones Simplificada SAS ESP - EMPOCHACHAGUI SAS ESP	4415	42	72	100

Tabla 51. Resumen demanda consumo humano - urbano de Pasto, Chachagüí, Nariño

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Población año 2020	Consumo Per cápita m ³ /hab año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
2070	Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de San Fernando	3200	54.75	72	10
2004	Junta Administradora del Acueducto de Buesaquillo	4800	55	72	19
2051	Junta Administradora del Acueducto y Alcantarillado Rural de Botanilla	3200	55	72	10.22
2031 2078	Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco	5484	55	72	22
1376	Junta Administradora del Acueducto y Alcantarillado de los Barrios Caicedonia y José Antonio Galán	1332	55	72	8.5
2009	Junta Administradora de Acueducto de Anganoy	4000	55	72	15

Tabla 52. Resumen demanda consumo humano – rural

10. Incluye las concesiones en el embalse río Bobo y quebrada piedras.

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Consumo Usuario m ³ /Usuario año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
2071	Claudia Ximena Delgado Delgado		5	10
2014	Asociación Agropecuaria piscícola Acuaranda – ASOACUARANDA	473040	5	15
2069	Bolivar Victor David Martinez	315360	5	10

Tabla 53. Módulos de demanda y consumo piscicultura

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Número de Animales	Consumo m ³ /animal año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
2041	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	Bovinos 89 Caprinos 47 Porcinos - 150	21.9 4.3 22.3	45	13.68

Tabla 54. Módulos de demanda y consumo pecuario

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Usuario m ³ /Usuario año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
1951	Centrales Eléctricas de Nariño S.A. E.S.P.	26805600	10	850
1985	Cooperativa Multiactiva Social Mayorista LTDA – SOCIALCOOPP		10	35
1405	Mauro Gilberto Bastidas Pazos	3499200		4.5

Tabla 55. Módulos de demanda y consumo industrial

Código Usuario Modelo WEAP	Nombre Usuario	Área estimada bajo riego año 2020 ha	Consumo m ³ /ha año	Pérdidas %	Caudal concesionado, l/s
1384	Congregación del Oratorio de San Felipe Neri	8	5805	45	7.94
2073	Guillermo Álvaro Guancha Burgos	20 Cebolla 50% Papa 50%	3419 157	45	9
2090	Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Agua de Riego ASOFUENTES	55 Cebolla 70% Hortalizas 30%	4539 3246	45	8
1980	Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Agua de Riego "Aso - Fuentes San Francisco- Alianza"	350 Cebolla 85% Hortalizas 15%	5222 2112	45	80
2013	Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla	4 Hortalizas 20% Papa 80%	5683 6857	45	15
2041	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	10 Área Agrícola Heterogenera Pastos	5991 3238	45	13.68

Tabla 56. Módulos de demanda y consumo agrícola

6.3.9 Indicadores

6.3.9.1 Conflictos por uso del agua – IUA, IRH e IVH

En este ítem se observan los resultados obtenidos en el cálculo de los índices hídricos asociados a la cantidad de agua en la cuenca de estudio, tal y como se mencionó en el capítulo metodológico, se calculó IUA anual y mensual, el IRH y el IVH.

Aclarado lo anterior se diseñaron las siguientes infografías que explican los resultados por microcuencas priorizadas en la unidad hidrológica del río Pasto. A partir de los gráficos se puede observar que el índice de uso de agua (IUA) calculado a partir del caudal total concesionado en la cuenca del río Pasto frente a la oferta total en la desembocadura es bajo; por otra parte, la cuenca tiene índice de regulación hídrica (IRH) medio, a partir de ambos se encuentra para la cuenca que el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) es medio. Este mismo análisis cambia a nivel de subcuencas y microcuencas, siendo crítica la situación de las microcuencas El Quinche, El Chorrillo, Dolores, El Barbero, Bermúdez, Mijitallo y Alcalá, que presentan cada una un índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) alto. Lo anterior anima a considerar con cuidado la concesión adicional de agua dentro de estas microcuencas porque es probable que la situación sea más crítica al reconocer que pueden existir captaciones no legalizadas de agua que, de tenerlas en cuenca, darían valores más críticos en los índices de uso del agua (IUA) y de vulnerabilidad hídrica (IVH). Las infografías que se muestra a continuación permiten observar la situación para cada microcuenca.

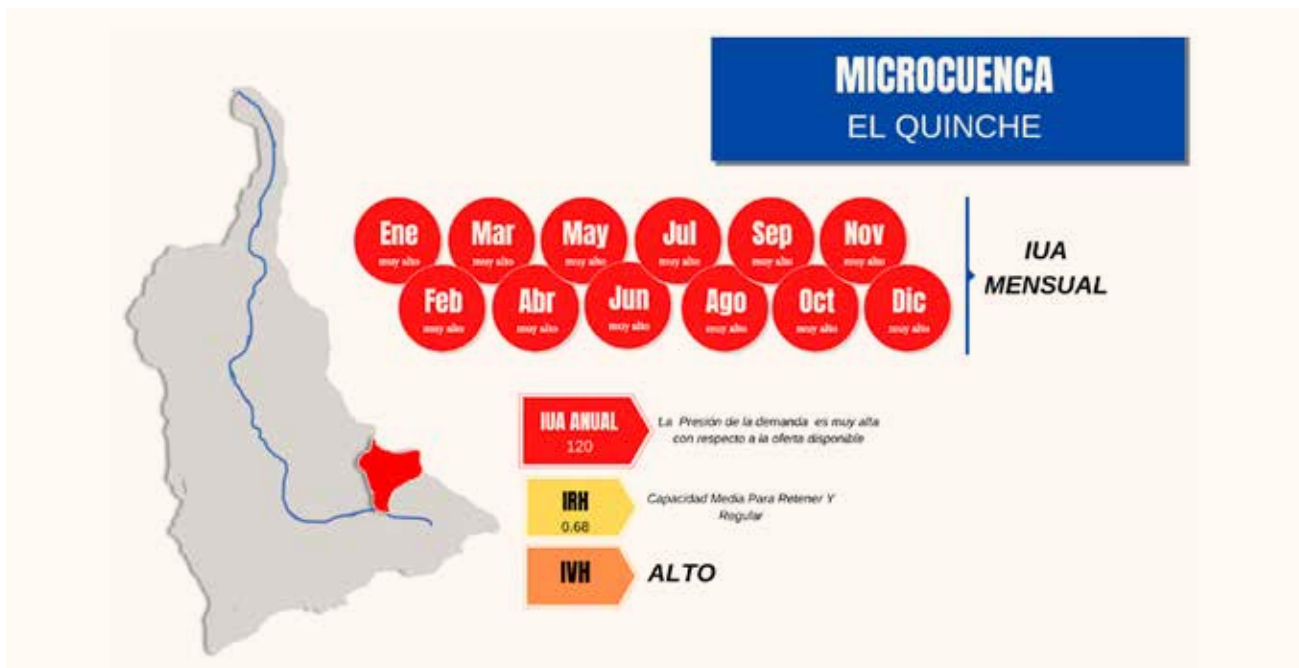


Figura 78. Índices hidrológicos microcuenca El Quinche.

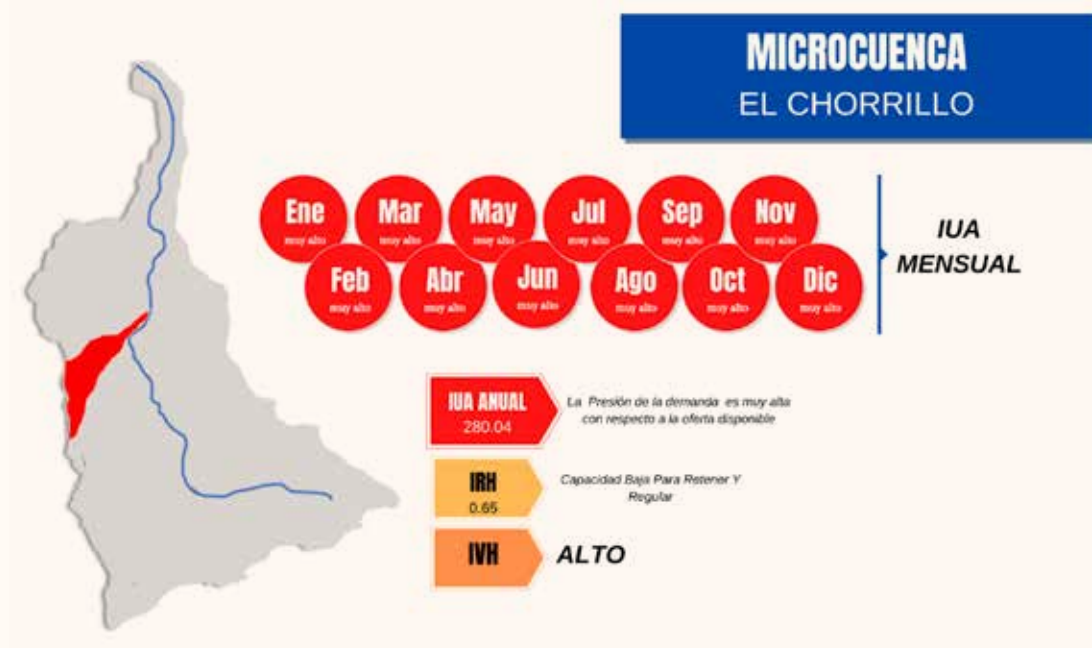


Figura 79. Índices hidrológicos microcuenca El Chorrillo.

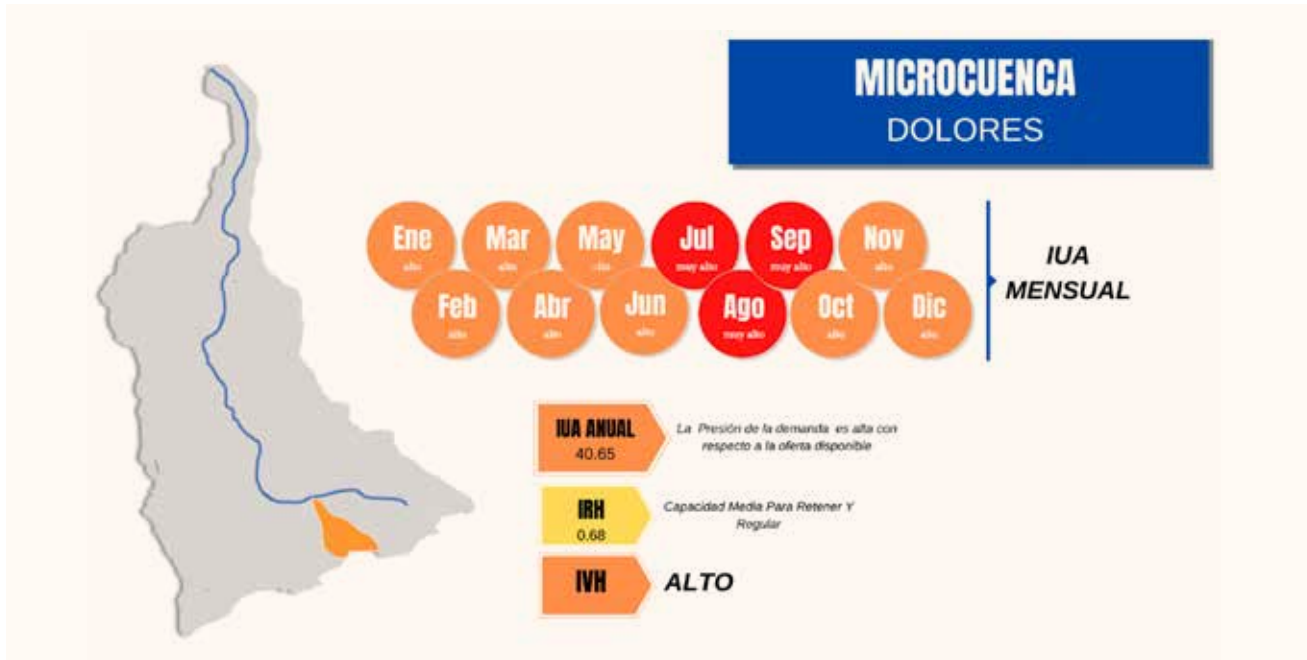


Figura 80. Índices hidrológicos microcuenca Dolores.



Figura 81. Índices hidrológicos microcuenca El Barbero.



Figura 82. Índices hidrológicos microcuenca El Tejar

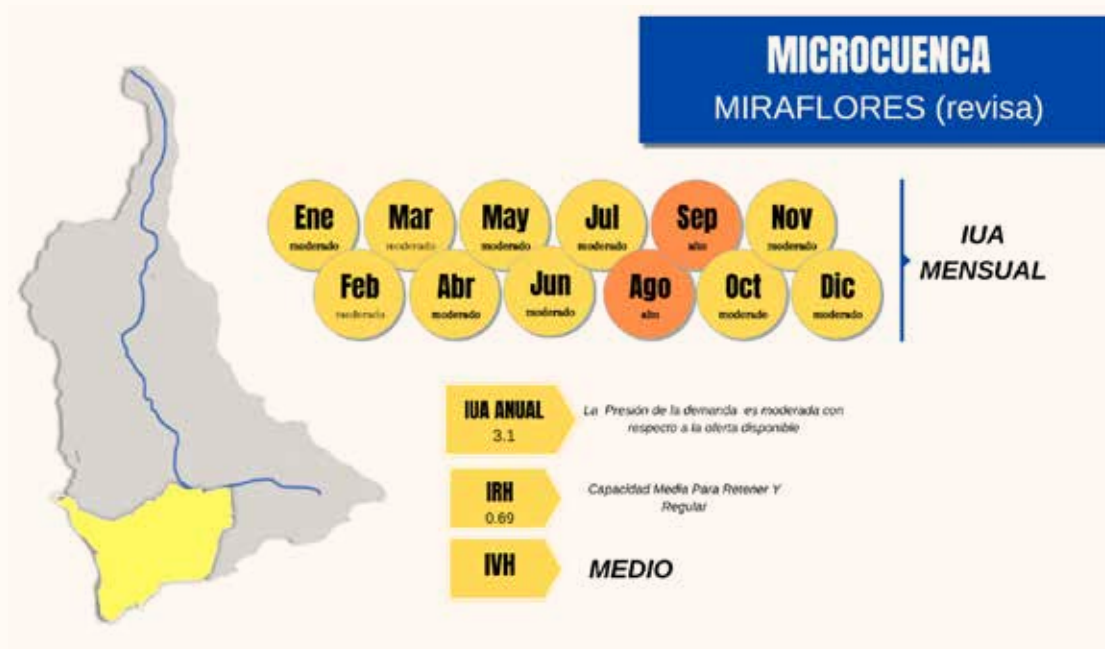


Figura 83. Índices hidrológicos microcuenca Miraflores.

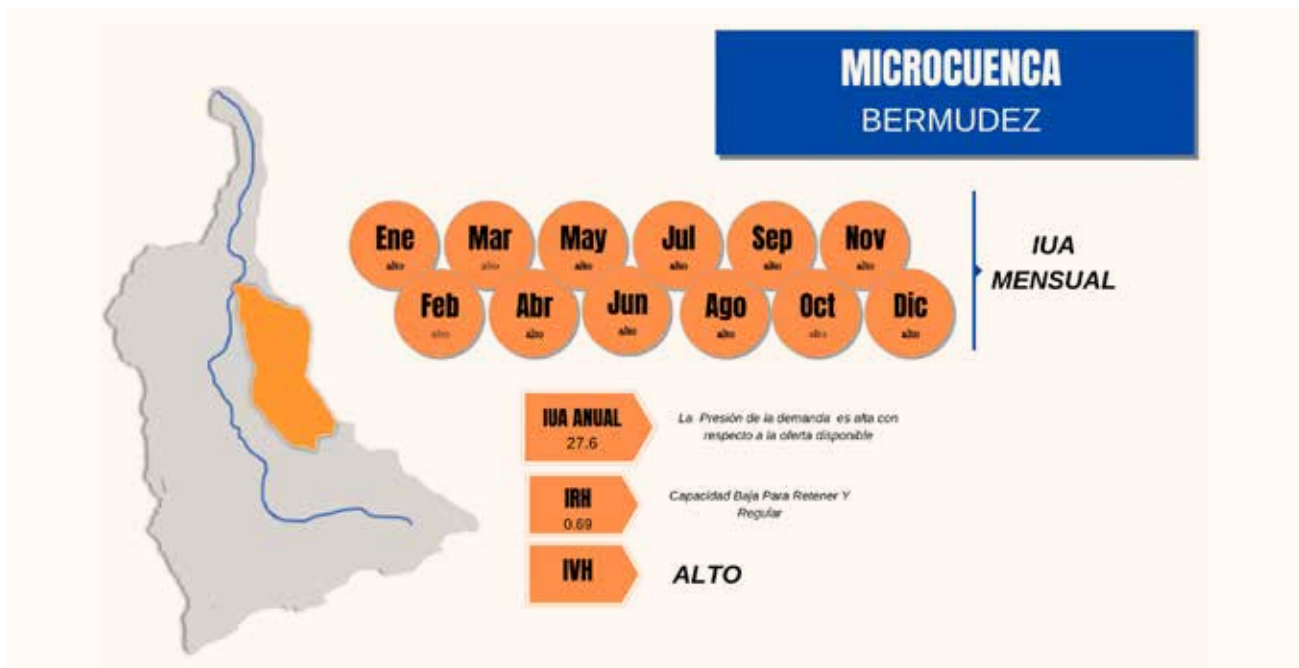


Figura 84. Índices hidrológicos microcuenca Bermúdez.

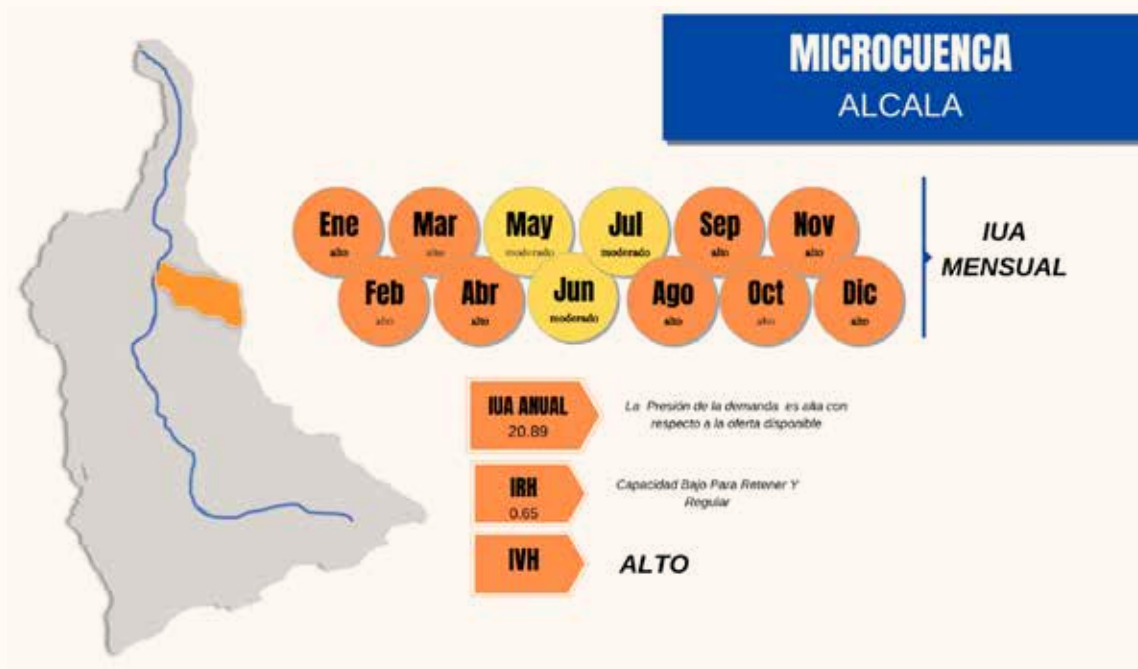


Figura 85. Índices hidrológicos microcuenca Alcalá.

6.3.9.2 Resultados del modelo

6.3.9.2.1 Análisis escenario base o de referencia

El modelo WEAP permite generar las coberturas de la demanda en múltiples escenarios; sin embargo, en este ítem se presentan, para cada usuario priorizado, las coberturas de la demanda mensuales para el año base 2020 bajo las siguientes circunstancias de modelación consideradas para el escenario base o de referencia:

- Las dotaciones para consumo humano se ajustan a lo establecido e
- Los usuarios captan más del caudal concesionado, en caso de que la fuente tenga el caudal suficiente.
- No existe una priorización de asignación de agua por tipo de uso.
- Los usuarios de las partes altas captan agua sin considerar los requerimientos de los usuarios ubicados aguas abajo.
- Algunos usuarios captan toda el agua disponible en la fuente sin reparar sobre la necesidad de dejar en remanente como caudal ambiental.
- CORPONARIÑO no aplica una metodología de caudal ambiental para los usuarios.
- Los módulos de demanda para cada usuario corresponden los valores presentados en el ítem 6.3.8.2.

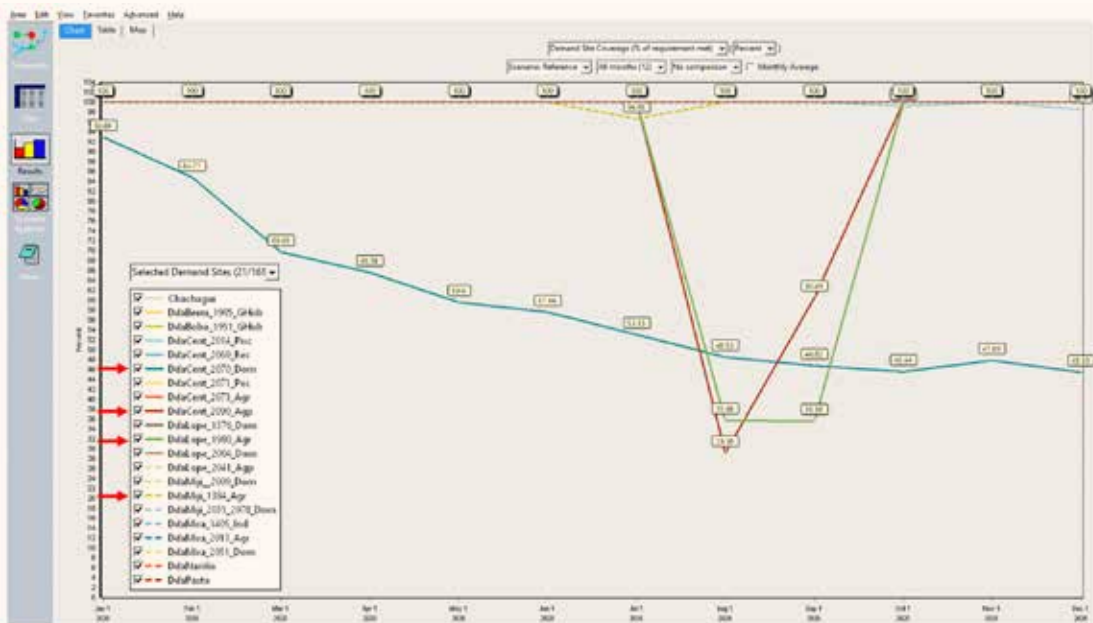


Figura 86. Coberturas bajo el escenario de referencia en el año base 2020.

De la figura anterior se observa que en estas condiciones de modelación solo cuatro usuarios (Definidos por las flechas rojas en la figura) no tendrían la cobertura deseada del 100%. De estos, 3 corresponden a usuarios agrícolas y el otro es un acueducto rural.

Estos resultados resultan contraintuitivos porque la percepción de los actores indica que la situación es más crítica que lo que muestra esta situación. Esto se explica porque bajo la condición de modelación las dotaciones netas per cápita para consumo humano, urbano y rural, son las definidas por el RAS 2017 (ver Tabla 39 y Tabla 41) que pueden ser menores que las reales. Un ejemplo de lo anterior es el caso del municipio de Chachagüí en el que el uso de agua para fines recreativos (llenado de piscinas) podría indicar que la dotación neta per cápita sean superior al valor de referencia del RAS tal que las coberturas reales resulten, a diferencia de lo que muestra la modelación, menores al 100%. Por otra parte, la existencia de usuarios no legalizados y un posible sobre concesionamiento podrían explicar que los resultados mostrados no resultan tan críticos.

Estos resultados preliminares de modelación, junto a las visitas de campo (ver ítem 0), indican que algunos usuarios operan sin un cumplimiento estricto de la concesión y/o no tienen consideración de dejar caudales remanentes en la fuente. En el primer caso, no existe un sistema de monitoreo de caudales, por medio de instrumentación, para un adecuada verificación y control de las concesiones, y de los posibles conflictos entre usuarios de una misma corriente en que usuarios ubicados en las partes altas captan caudales mayores a los concesionados afectando la disponibilidad de agua de los usuarios ubicados aguas abajo; en el segundo caso, el vacío normativo relacionado con la definición y control de caudales ambientales se evidencia en que algunos usuarios captan toda el agua disponible en la fuente.

En las visitas de campo fue particularmente evidente que algunos usuarios en las partes bajas no reciben el agua que les fue concesionada, esto podría indicar, a parte de la condición seca que coincidió con la visita, que los concesionarios aguas arriba exceden el caudal captado o que algunos de ellos hacen usos diferentes a los registrados en el expediente de concesión. Por otra parte, el tema de potencial de sobre concesionamiento o la existencia de usuarios ilegales es un asunto que debe estudiarse y verificarse en campo.

De manera general se puede concluir que bajo las condiciones de modelación base no existe suficiente disponibilidad de agua, en las microcuencas modeladas, para ampliaren estas el concesionamiento de agua. De hecho, con algunos usuarios, como es el caso de Chachagüí, la modelación indica que los caudales concesionados deberían ser suficientes para atender las demandas si estas correspondieran a las dotaciones netas per cápita sugeridas en el RAS 2017. En este sentido, la gestión del agua en la cuenca debe orientarse a fomentar la gestión de la demanda.

El modelo construido permite explorar situaciones diferentes a esta situación base, como tener una asignación de igual prioridad para todos los usos del agua, o incluso explorar el impacto que tendría una potencial aplicación del caudal ecológico en la cuenca. Estos escenarios se mostrarán con más detalle en el ítem 6.4.6 de este documento.

6.4 Prospectiva – Escenarios de Modelación (Metodología XLRM)

Para el proceso de prospectiva se hace uso de los valores de parametrización estimados durante la calibración del modelo con las series climáticas históricas, y se crea un modelo derivado en el que se usan los valores medios mensuales multianuales de los parámetros climáticos precipitación, temperatura y humedad relativa. Se define un horizonte de modelación de 10 años (2020 – 2030) bajo el siguiente diseño que sigue los pasos descritos en la metodología XLRM.

6.4.1 Incertidumbres (X)

Se plantean dos factores de incertidumbre en las que no existe posibilidad de intervención alguna por parte de los tomadores de decisiones. El primer factor de incertidumbre es el crecimiento poblacional, con dos niveles de cambio. Uno proyecta crecimiento poblacional bajo, basado en los censos del DANE, el otro plantea un crecimiento alto igual al doble del calculado anteriormente. El segundo factor corresponde al cambio en el clima en que se proponen también 2 niveles de cambio, uno considera las proyecciones estimadas de cambio para el departamento de Nariño, otro plantea una condición hipotética de menor precipitación.

La Tabla 57 muestra los valores usados para cada factor y nivel de cambio usados en la modelación.

Incertidumbre	Valores	Niveles
I1 Crecimiento Poblacional	1. Tendencial – Bajo Crecimiento Basadas en censos DANE - Pasto – 0.28% - Chachagüí – 0.13% - Nariño – 1.34% - Rural – 0.5% 2. Alto crecimiento - Pasto – 0.5% - Chachagüí – 0.5% - Nariño – 2% - Rural – 1%	2
I2 Cambio en el Clima	1. Tendencial (2040) – IDEAM - Aumento ↑ Temp 0.7 °C - Aumento ↑ Prec. 13.69 % - ↓ Hum Relativa 3% * 2. Extremo (2040) – Escenario supuesto de menor lluvia - Aumento ↑ Temp 1.0 °C - Disminución ↓ Prec. 13.69 % Disminución ↓ Hum Relativa 3% *	2
Combinaciones posibles de incertidumbre		4

Tabla 57. Incertidumbres en el modelo de la cuenca del Río Pasto

6.4.2 Estrategias (L)

Tal como se mencionó en el aparte 3.4.5 las estrategias pueden ser aquellas orientadas a la gestión de la oferta, la gestión de la demanda, o estrategias de tipo administrativo desde CORPONARIÑO que podrían afectar tanto la oferta como la demanda. En la modelación se contempla la siguiente como estrategia orientada a la regulación de la oferta de agua la Reconversión del 50% de los usos del suelo de coberturas en pastos a bosque, para zonas ubicadas por encima de 3000 msnm. Las estrategias orientadas a la gestión de la demanda son dos, la primera es la Disminución de Pérdidas para todos los tipos de uso; la segunda consiste en una Disminución de los Consumos para todos los tipos de uso. Ambas medidas se relacionan con las actividades y acciones que usualmente se contemplan en los PUEAAs. Finalmente, las estrategias de tipo administrativo tienen tres opciones, una es el Cumplimiento de la Concesión, esto se refiere a que los usuarios puedan captar como máximo el caudal concesionado; la segunda define Prioridades de acceso al agua según el tipo de usuario, en esta se usan dos niveles, el primero es simular que todos los usuarios tienen igual preferencia de asignación de agua, el segundo es definir el orden de prioridad en la siguiente secuencia: Caudal Ecológico (1), Consumo Humano (2), Agropecuario (3), Recreativo e industrial (4). La última estrategia de tipo administrativo es la definición y aplicación de requerimientos de caudal mínimos en la corriente conocidos como Caudal Ecológico, esta es crítica puesto que su aplicación anticipa una restricción mayor de acceso al agua por parte de los usuarios.

El desarrollo real de esta estrategia implica mayor monitoreo y control por parte de CORPONARIÑO implementando sistemas de monitoreo en tiempo real. Se recomienda exigir este tipo de monitoreo, en principio, a los usuarios con las concesiones de mayor caudal.

Estrategias	Valores posibles	Niveles
E1. Reconversión	Reconversión del 50% de áreas productivas de ganadería a bosque en cotas > 3000 msnm	1
E2. Disminución de Pérdidas	Cambio en los niveles de pérdidas <ul style="list-style-type: none"> - Pasto_34 % a 25% - Chachagüi_58% a 45% - Nariño_63% a 45% - Rurales_72% a 50% - Agrícola_45% a 30% - Industrial_10% - Sin Cambio - Pecuario_5% - Sin Cambio 	1
E3. Disminución de Consumos	Reducción de todos los tipos de consumo en 10%	1
EA1 Cumplimiento de la concesión	Concesión On – significa que en el modelo los usuarios no pueden captar más agua que la concesionada Concesión Off – significa que en el modelo los usuarios pueden captar más agua que la concesionada	2
EA2 Prioridades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Igual prioridad para todos los tipos de uso 2. Prioridades diferenciales por tipo de uso <ul style="list-style-type: none"> - Caudal Ecológico (1) - Consumo Humano (2) - Agropecuario (3) - Industrial y recreativo (4) 	2
EA3. Caudal Ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Off. No se aplica en la modelación requerimiento de caudal ecológico. Tal como sucede en la actualidad. 2. On. Se aplica una metodología en que el caudal ambiental es proporcional al caudal que tiene la corriente antes de la captación. 	2
	Combinación posible de estrategias	24
	Total de escenarios a modelar 4 x 24	96

Tabla 58. Estrategias - Modelo cuenca del Río Pasto

Es importante aclarar que para recomendar o modificar una concesión, no se tomarán en cuenta los escenarios que incluyan la aplicación de caudal ecológico, esto debido a que CORPONARIÑO no ha definido formalmente la aplicación de una metodología de caudal ecológico para la cuenca del río Pasto. Sin embargo, los escenarios que si lo aplican brindarán un panorama sobre el impacto que en los diferentes usuarios tendría su aplicación futura.

6.4.3 Modelo (R)

Para correr los escenarios descritos, se creó un modelo base de condiciones medias consistentes de los valores promedio mensual multianual de los parámetros climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa. Sobre este modelo llamado Rio_Pasto_Reglamentacion_MMA_Final.WEAP se construyen los escenarios de modelación que combinan las incertidumbres y estrategias definidas en 96 escenarios del modelo, que genera un modelo base o de referencia (Reference en el modelo) contra el cual se compara.

Este modelo de referencia corre en el periodo de modelación 2020 – 2030 bajo las siguientes consideraciones:

- Los usuarios no respetan los límites de caudal concesionado en los sitios de captación.
- Por lo tanto, los usuarios de las partes altas captan toda el agua necesaria sin considerar las necesidades de los usuarios aguas abajo
- No se aplica un caudal ambiental
- En el periodo de modelación la población no crece y el clima permanece año a año en sus condiciones promedio.

A partir de este escenario de referencia se crean escenarios para cada una de las incertidumbres y estrategias definidas. Cada uno recoge el cambio específico definido en las tablas anteriores de incertidumbres y estrategias. En la Figura 87 se muestran todas en el gestor de escenarios todas las condiciones de incertidumbre y estrategias consideradas en la Tabla 57 y Tabla 58. que se incorporaron al modelo. Estas pueden ser combinadas para explorar diferentes escenarios que incluyan condiciones de incertidumbre con estrategias de gestión. Es importante resaltar que el potencial del modelo creado radica en que se pueden modificar los valores creados o crear nuevas condiciones de incertidumbre o estrategias de gestión. Se anexa en las

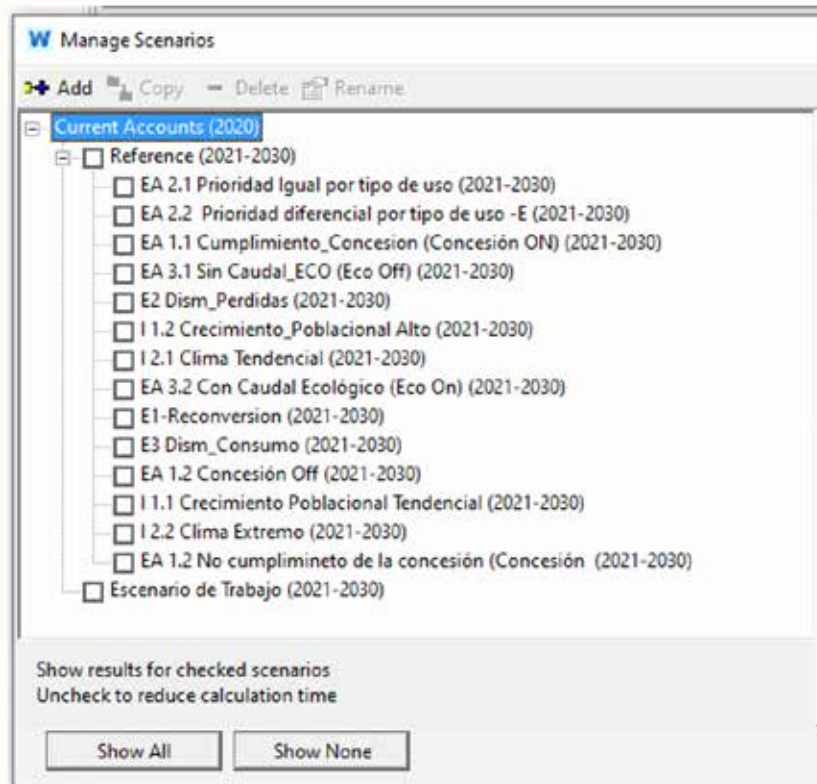


Figura 87. Generador de escenarios de WEAP

Para consultar un escenario en que se combinen determinadas incertidumbres y estrategias, se procede desde el mismo gestor de escenarios de WEAP realizando una combinación de estos tal como se muestra en la figura siguiente.

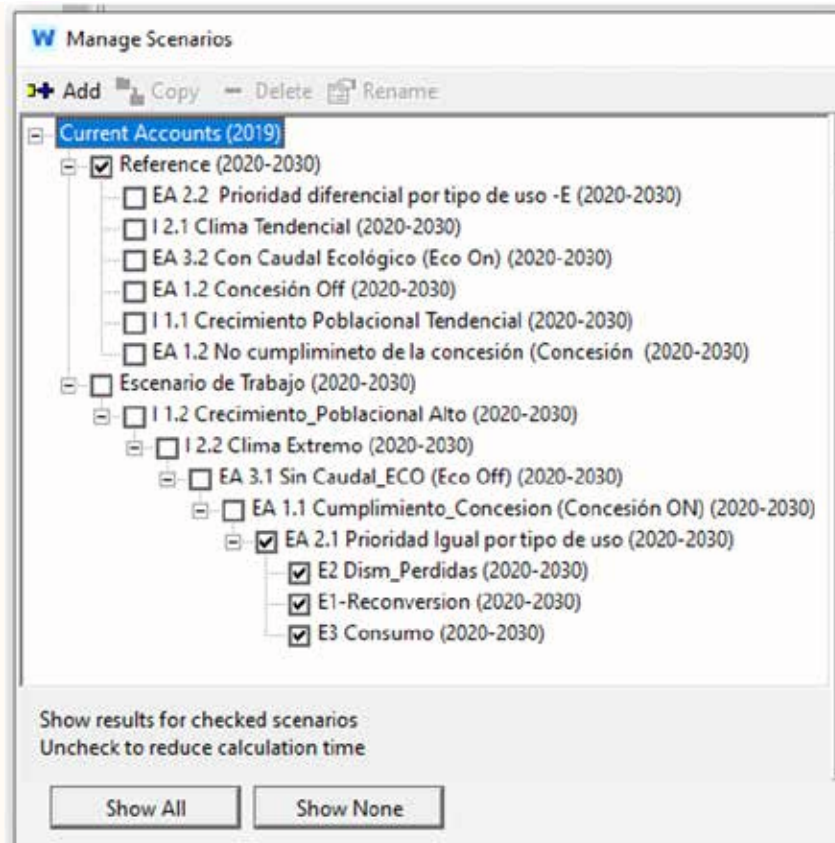


Figura 88. Combinación de incertidumbres y estrategias en el generador de escenarios de WEAP

Esta figura muestra cómo crear escenarios en el gestor de escenarios, combinando las incertidumbres y estrategias definidas en los ítems 6.4.1 y 6.4.2, que para el caso de la figura incluyen una condición de crecimiento poblacional alto, la condición de cambio del clima de menos lluvia denominada extremo, la no aplicación de caudal ecológico, el cumplimiento de la concesión de aguas y una asignación de igual prioridad para todos los usos del agua; y se evalúan independientemente tres estrategias de gestión como la reconversión, la disminución de pérdidas y la disminución de consumos.

Esta alternativa de creación de escenarios, directamente desde WEAP, es útil solo cuando existe interés de unos pocos escenarios. No obstante, esta opción no resulta práctica cuando se tiene interés de explorar múltiples escenarios como es este caso. Para ello se realiza una creación de escenarios automática usando un script de automatización desde Visual Basic para generar una base de datos con la información resultante que puede verse desde el gestor de bases de datos TABLEAU. Esta opción de automatización y visualización es de suma importancia, cuando se actualizan y mejoran los datos del modelo o cuando se quieren explorar opciones diferentes a las inicialmente contempladas.

6.4.4 Medidas de desempeño (M)

Desde el software WEAP se pueden generar múltiples resultados de variación temporal de variables climáticas e hidrológicas, la variación de los caudales demandados, o la cantidad de agua efectivamente entregada a un usuario particular. Sin embargo, la medida de desempeño que sintetiza el impacto de las incertidumbres y de las estrategias sobre los usuarios es la cobertura. Desde la perspectiva de los usuarios como de la autoridad ambiental esta medida tiene un valor óptimo de 100% indicando que el usuario recibe toda el agua demandada para sus condiciones. Valores menores al 100%, bajo las condiciones del modelo, pueden indicar una serie de posibilidades que se intentarán explicar para cada usuario priorizado.

Sin embargo, es probable que se requiera definir otras medidas de desempeño que sean de interés para la CORPONARIÑO o los usuarios, en este caso es preciso realizar modificaciones en los gráficos del modelo como en el script de automatización para realizar los análisis respectivos. Es preciso aclarar que no es físicamente posible analizar en este documento todas las posibles variables de salida que permite WEAP para cada uno de los escenarios modelados.

6.4.5 Automatización

La automatización del modelo en la que se controlan las corridas, desde un script de aproximadamente 727 líneas de código escrito en el software Visual Basic, genera una base de datos que recopila los resultados más importantes del modelo para los 96 escenarios generados. En el anexo 9.9 se presentan los modelos que contienen las bases de datos obtenidas como también los archivos de visualización en el software TABLEAU.

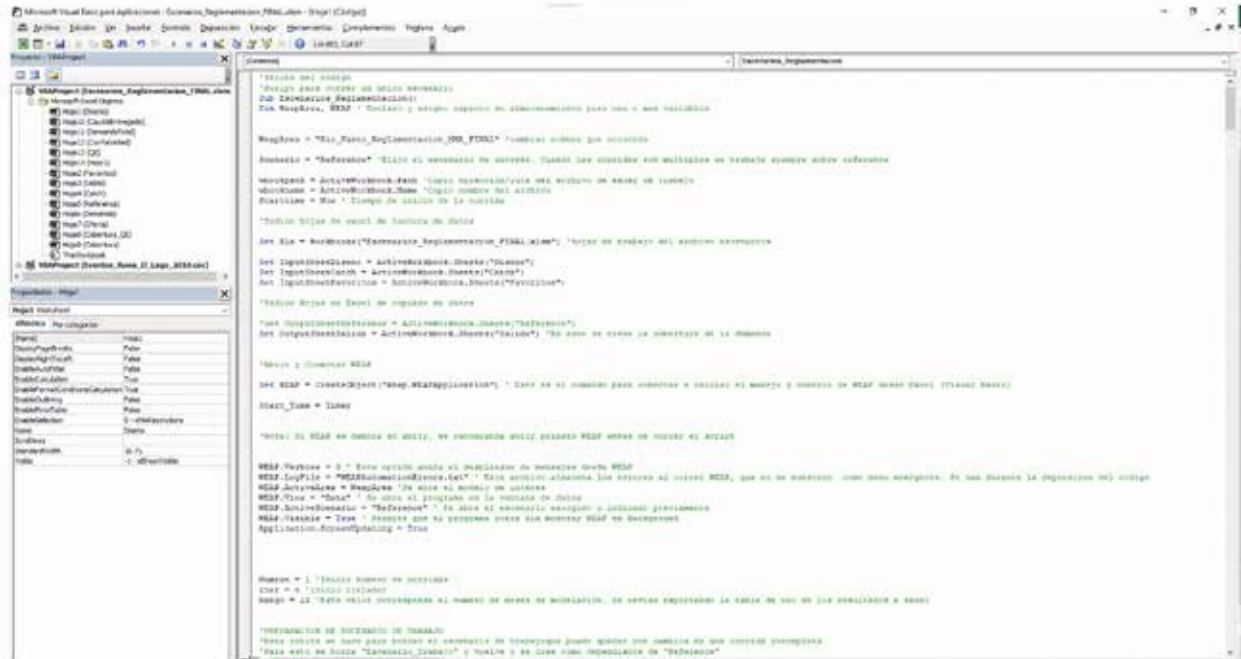


Figura 89. Muestra de código escrito en VISUAL BASIC para la automatización del modelo

6.4.6 Uso y exploración de resultados del modelo

Para explicar el uso y resultados del modelo, se escogen tres usuarios para los cuales se analizan diferentes escenarios de modelación basados en el escenario mostrado en la Figura 88, a partir de la cual se hacen modificaciones y/o ajustes que recogen elementos específicos de cada usuario.

6.4.6.1 EMPOPASTO

EMPOPASTO representa como usuario la demanda de la población y actividades económicas de la ciudad de Pasto y es el mayor usuario de agua de la cuenca. El sistema de abastecimiento de la ciudad cuenta con 7 captaciones, 5 dentro de la cuenca del río Pasto y 2 corresponden a transvases desde el embalse del río Bobo y quebrada Piedras respectivamente. Estas últimas se usan como fuentes de respaldo. Esta condición hace de este usuario el único de los usuarios priorizados que tiene flexibilidad operativa y redundancias en su operación.

Bajo todas las condiciones modeladas, en el periodo 2020 – 2030, el usuario presenta coberturas del 100% (Tabla 59), lo cual indica lo altamente resiliente de su sistema. Sin embargo, en las captaciones de las corrientes río Pasto, El Quinche y Mijitallo el modelo muestra que la oferta no alcanza a suplir el caudal concesionado, tal que en las condiciones de modelación este usuario tendría que trasvasar agua más frecuentemente en las épocas secas desde sus fuentes de respaldo en el embalse río bobo y la quebrada piedras. Sin embargo, esto resulta cierto bajo el supuesto de

que los consumos de los usuarios de agua para consumo humano corresponden a los valores de referencia basados en el RAS (Ministerio de Vivienda, 2017).

Coberturas medias periodo 2020 - 2030

Estrategia	Concesion	Prioridad	ECO	Clima / Crecimiento			
				Extremo // -13%P/+0.7°C/-3%		Tendencial // +13%P/+0.7°C/-3%	
				Cto Alto	Cto Bajo	Cto Alto	Cto Bajo
Disminución Consumos	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Inf	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	ON	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
Disminución Perdidas	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Inf	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	ON	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
Reconversión	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Inf	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0
	ON	IGUAL	Eco Off	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 59. Coberturas medias usuario EMPOPASTO - Periodo 2020 - 2030

Explorando el modelo se encuentra, para el caso de la ciudad de Pasto, que valores de consumo per cápita de agua para consumo humano superiores a 30% de los valores del RAS, o la potencial aplicación de caudal ecológico, no mostrado en este documento, aumentarían la cantidad de agua proveniente de las fuentes de respaldo, principalmente en las épocas secas, pero igual se tendría una cobertura del 100% para la ciudad

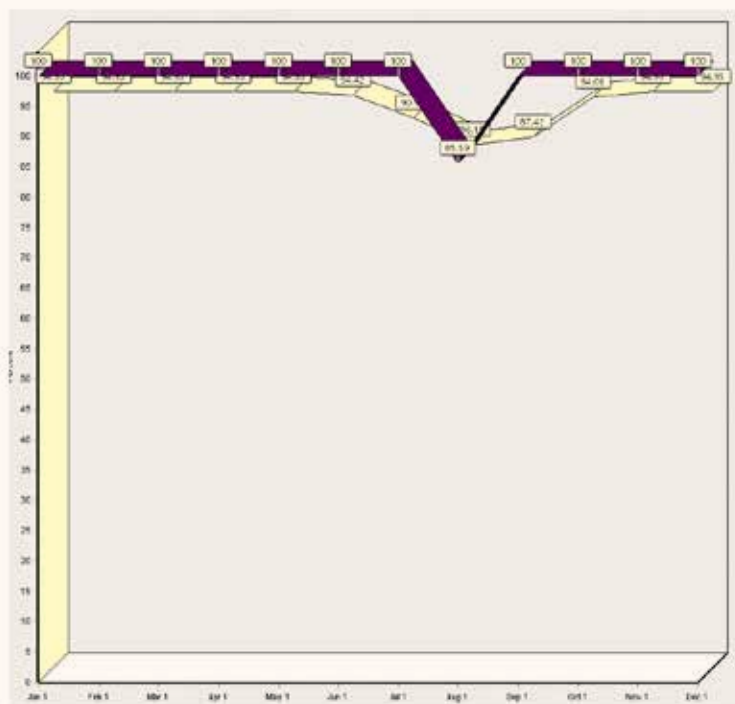


Figura 90. Coberturas del sistema de acueducto de la ciudad de PASTO en caso de que no existieran fuentes de respaldo (Embalse río bobo y quebrada Piedras) bajo dos escenarios de modelación.

Otra situación ocurriría cuando se corre el modelo asumiendo que no existen las fuentes de respaldo (Ver Figura 90), y que existen consumos superiores al 30% de los valores guía del RAS (en amarillo) o que se aplica un caudal ecológico hipotético (en vino tinto). En ambas circunstancias la ciudad se vería enfrentada a desabastecimiento de agua con coberturas por debajo del 90% en los meses secos. Lo anterior indica la importancia que tienen las fuentes de respaldo para garantizar la continuidad del servicio en la ciudad de Pasto.

6.4.6.2 CHACHAGÜÍ

El caso de Chachagüí resulta interesante, porque bajo las condiciones de simulación usadas se encuentra que el caudal concesionado debería ser suficiente para tener coberturas del 100% bajo todas las condiciones de simuladas.

Coberturas medias periodo 2020 - 2030

Estrategia	Concesion	Prioridad	ECO	Clima / Crecimiento			
				Extremo // -13%P/+0.77C/-3%		Tendencial // +13%P/+0.77C/-3%	
				Cto Alto	Cto Bajo	Cto Alto	Cto Bajo
Disminución Consumos	Concesion Inf	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	99.755	99.755	99.755	99.755
		IGUAL	Eco Off	99.755	99.755	99.755	99.755
	Concesion ON	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	99.755	99.755	99.755	99.755
		IGUAL	Eco Off	99.755	99.755	99.755	99.755
Disminución Perdidas	Concesion Inf	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.000	100.000	100.000	100.000
		IGUAL	Eco Off	100.000	100.000	100.000	100.000
	Concesion ON	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	100.000	100.000	100.000	100.000
		IGUAL	Eco Off	100.000	100.000	100.000	100.000
Reconversión	Concesion Inf	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	98.745	98.745	98.745	98.745
		IGUAL	Eco Off	98.745	98.745	98.745	98.745
	Concesion ON	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	98.745	98.745	98.745	98.745
		IGUAL	Eco Off	98.745	98.745	98.745	98.745

Tabla 60. Coberturas medias usuario CHACHAGÜÍ - Periodo 2020 - 2030

Sin embargo, estas coberturas de 100% para el municipio de Chachagüí resultan contraintuitivas porque es conocido el déficit de agua que tiene su cabecera municipal; condiciones de la demanda en Chachagüí como la población flotante de fines de semana y temporada de vacaciones relacionadas con la vocación turística y consumos no asociados al consumo humano como el llenado de piscinas, unido a las conexiones ilegales a sus tuberías de aducción, que fueron reportadas por el gerente del acueducto hacen, o una cantidad de concesiones no legalizadas harían la situación más crítica. Si bien las condiciones anteriores no estaban consideradas para todos los usuarios en el modelo, la flexibilidad de WEAP nos permitió modelar algunas condiciones aproximadas a la situación real que incluyen un consumo per cápita 30% superior a los valores guías del RAS. En la Figura 91 se muestran diferentes condiciones de modelación para la cabecera municipal del municipio de Chachagüí. En morado se muestra el escenario de referencia con consumos per cápita, según el RAS 2017, y coberturas el 100%, que como se indicó anteriormente resulta contra intuitivo. En color zapote se muestran el caso probable de que los consumos sean 30% superiores a los valores de referencia del RAS, en este caso las coberturas en meses secos serían tan bajas como el 78% en meses secos. En azul se muestra que activar la concesión que tienen el municipio en el río Bermúdez podría mejorar la situación, pero no sería suficiente para lograr coberturas del 100% en el mes de agosto. Finalmente, en verde se muestra el escenario de disminución de pérdidas del 58% al 45% que mejoraría mucho la situación.

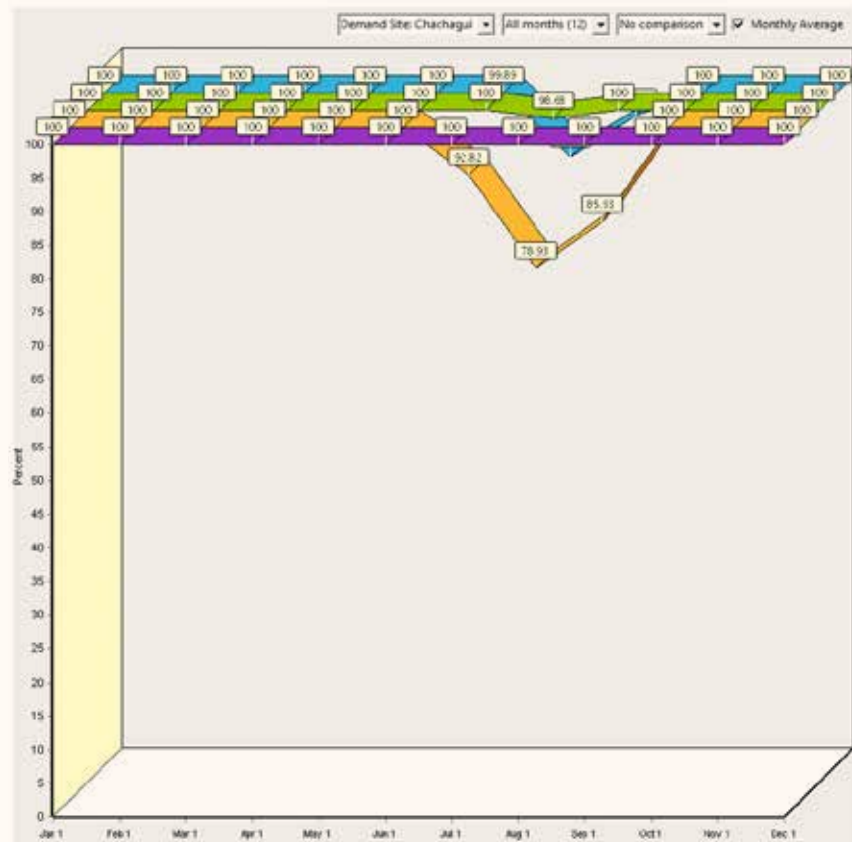


Figura 91. Coberturas del sistema de acueducto cabecera municipal de CHACHAGUI bajo cuatro escenarios de modelación.

A continuación, se presentarán los resultados del balance hídrico para cada una de las zonas de la cuenca consideradas en la modelación. Este balance toma como base las condiciones de referencia del año inicial de la modelación (2020). Bajo este escenario, se presenta para cada nodo la oferta como el promedio del caudal mensual multianual de la serie de caudales comprendida entre los años 1984 – 2020. También, para las condiciones de referencia del año 2020, se presentan la(s) demanda(s), la(s) cobertura(s) de la demanda y del caudal ecológico, asumiendo que todas las demandas tienen igual orden de prioridad. Así mismo, se presenta el caudal entregado para cada uno de los usuarios priorizados.

Con relación a los resultados de los escenarios planteados, se entrega un video tutorial y un documento explicativo que permitirá al profesional encargado manipular y analizar las posibilidades que WEAP ofrece según las necesidades que se presenten.

6.4.6.3 Junta Administradora De Acueducto De Anganoy

Este usuario, situado en la parte alta de la microcuenca Mijitallo, tiene en la documentación de la concesión que el consumo humano es la destinación primaria del agua captada. En la Figura 92, en rojo se muestra que la condición de referencia las coberturas disminuyen hacia mitad de año, a pesar de que, bajo esta condición, el usuario no cumple la concesión y puede captar toda el agua disponible al ser el primer usuario en la parte alta. Esto indica inicialmente que en los meses secos no hay agua suficiente para atender la demanda de este usuario.

Coberturas medias periodo 2020 - 2030

Estrategia	Concesion	Prioridad	ECO	Clima / Crecimiento			
				Extremo // -13%P/+0.77C/-3%		Tendencial // +13%P/+0.77C/-3%	
				Cto Alto	Cto Bajo	Cto Alto	Cto Bajo
Disminución Consumos	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	65.28	65.28	65.28	65.28
	Inf	IGUAL	Eco Off	65.28	65.28	65.28	65.28
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	65.28	65.28	65.28	65.28
	ON	IGUAL	Eco Off	65.28	65.28	65.28	65.28
Disminución Perdidas	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	99.86	99.86	99.86	99.86
	Inf	IGUAL	Eco Off	99.86	99.86	99.86	99.86
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	99.86	99.86	99.86	99.86
	ON	IGUAL	Eco Off	99.86	99.86	99.86	99.86
Reconversión	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	58.75	58.75	58.75	58.75
	Inf	IGUAL	Eco Off	58.75	58.75	58.75	58.75
	Concesion	ECO-HUM-AGROPEC-IND	Eco Off	58.75	58.75	58.75	58.75
	ON	IGUAL	Eco Off	58.75	58.75	58.75	58.75

Tabla 61. Coberturas medias usuario Junta Administradora sistema de acueducto de Anganoy - Periodo 2020 - 2030

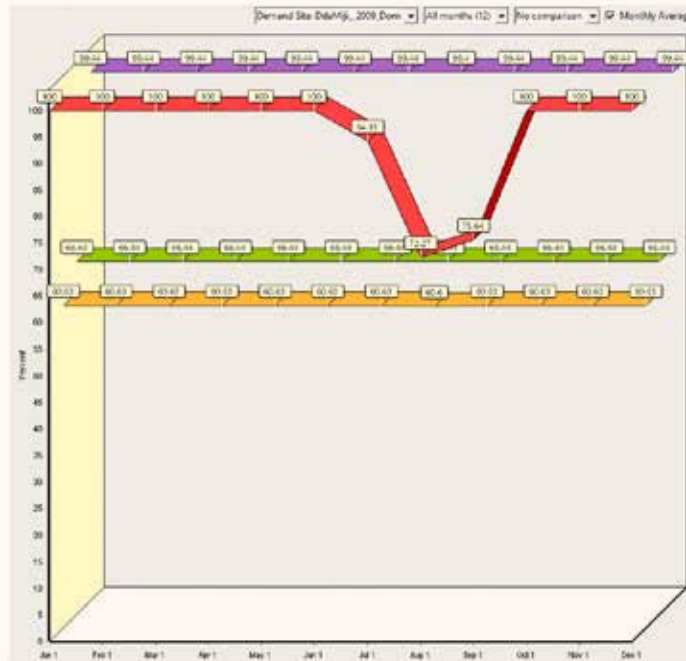


Figura 92. Coberturas Junta Administradora sistema de acueducto de Anganoy, bajo cuatro escenarios de modelación.

Una vez se aplica en el modelo el cumplimiento de la concesión, la situación en color mostaza muestra coberturas del solo el 60% indicando que el agua concesionada no es suficiente para atender la demanda de este usuario en las condiciones modeladas de alto crecimiento poblacional y clima extremo. La estrategia de disminución del 10% en los consumos, en color verdad, muestra incrementos de solo el 6% en las coberturas, por otra parte, la estrategia de disminución de pérdidas del 72% al 50% subiría las coberturas a promedios mensuales del 99%.

6.4.6.4 Otros casos y futuras mejoras

A partir del modelo entregado se pueden construir más escenarios y opciones de visualización. En este sentido se debe entender que el modelo construido es una herramienta de análisis y planeación que debe mejorarse. Primero, debe mejorarse la información del sector agrícola; y para los usuarios rurales es preciso investigar los niveles reales de pérdidas de agua en la infraestructura; segundo, al modelo se le podría incorporar una estimación por microcuenca del caudal captado de manera fraudulenta para representar de mejor manera el funcionamiento real del uso del agua, lo anterior requiere un arduo trabajo de campo.

Por otra parte, el modelo puede ser base para el desarrollo de análisis más detallados a nivel de microcuencas. Las microcuencas de las quebradas el Quinche y Mijitallo, por ejemplo, ameritan

un análisis que permita explorar la manera de priorizar la asignación del agua por tipo de uso, dado que los usos para la actividad agrícola en las partes altas riñen con el uso prioritario para consumo humano que se da aguas abajo.

Lo anterior resultaría de mucha utilidad en procesos participativos de gobernanza del recurso hídrico, porque estos modelos resultan necesarios para mostrar a los actores los resultados que tendrían sobre el sistema hídrico del cual hacen partes si varían aspectos como el clima, el comportamiento de los usuarios frente a respetar o no las concesiones y cumplir o con los caudales ecológicos, mejorar la eficiencia de uso etc. Al respecto, Ostrom (2009) establece que los modelos son de utilidad como herramienta para explorar condiciones que logren el consenso de los actores frente al uso y gestión del agua, lo anterior puede resultar particularmente útil para enfrentar algunos de los conflictos a nivel de microcuencas.

6.4.7 Priorización de estrategias

Como se muestra en la Tabla 58 se establecieron tres tipos de estrategias, a saber: Reconversión, Disminución de Pérdidas y Disminución de Consumos, a continuación, discutiremos sobre la efectividad de estas.

6.4.7.1 Reconversión

Esta resulta ser la estrategia menos efectiva en términos de mejorar las coberturas de servicio para los diferentes usuarios. Bajo las condiciones de modelación en que se plantea la reconversión del 50% de las áreas productivas de ganadería a bosque en cotas superiores a los 3000 msnm, no se logran aumentos significativos en la oferta de caudales que mejoren la situación de los usuarios en general. Esto se explica porque las características morfológicas de la cuenca indican para algunas microcuencas que el nivel de regulación hídrica es bajo, y las mejoras por la vía de la reforestación resultan poco significativas.

Esta conclusión debe tomarse con cuidado y no redundar en desincentivar los procesos de reforestación. Esto porque existen tienen propósitos múltiples de la reforestación que, además de la regulación hidrológica, se orienta a la conservación de los ecosistemas, su flora y fauna, y de otros importantes servicios ambientales derivados como la captura de carbono, el sostenimiento de la biodiversidad, entre otros.

6.4.7.2 Disminución de Pérdidas

Dados los altos niveles de pérdidas sobre los cuales se construyó el modelo en su escenario de referencia, esta es la estrategia que resultaría más exitosa en caso de lograr las reducciones de pérdidas proyectadas.

Bajo las condiciones de modelación se encuentra que la mayoría de los usuarios priorizados deberían tener el agua suficiente para lograr coberturas del 100%; sin embargo, las visitas de campo muestran que muchos usuarios no disponían, al momento de la visita a los sitios de captación, de agua suficiente para captar el caudal concesionado. Esto se explicaría por fenómenos como las condiciones secas prevalentes al momento de la visita que se relacionan con condiciones de caudales bajos en las corrientes; el posible sobre concesionamiento de agua más allá de la capacidad física de oferta de las corrientes; la existencia de consumos superiores a los contemplados en el modelo; y finalmente la existencia de usuarios no legalizados. Todo lo anterior lleva a concluir que no existe sobreoferta de agua en la mayoría de las corrientes modeladas que sugieran la posibilidad de aumentar concesiones. Por ello, es en la gestión de la demanda, mediante la disminución de pérdidas de agua, que se observan posibilidades de mejora en la gestión y uso del agua en la cuenca para la mayoría de los usuarios priorizados.

De lo anterior, se justifica que las medidas tomadas de rectificación de concesiones por parte de CORPONARIÑO, sean condicionadas tanto al monitoreo del caudal captado como a una mejor gestión y uso eficiente del agua por parte de los usuarios.

6.4.7.3 Disminución de consumos

Esta estrategia no es tan efectiva como la anterior, porque los valores de consumo usados para los usuarios, basados en el RAS, resultan lo suficientemente bajos como para que la reducción de consumos del 10% resulte representativa.

A pesar de lo anterior, es posible que, para algunos usuarios, como es el caso del municipio de Chachagüí, en que se tienen consumo recreativo (llenado de piscinas) esta sea una estrategia que deba combinarse con la anterior.

7.1.1 Distribución del recurso hídrico de la cuenca en sus afluentes priorizados y lineamientos técnicos para la modificación de concesiones de agua

A continuación, se presenta para cada usuario priorizado un diagnóstico que incluye tanto la información del expediente de la(s) concesión(es) como el resultado de la(s) visita(s) de campo a/ los sitio(s) de captación. Posteriormente se definen los lineamientos técnicos para la ratificación o modificación de la concesión vigente basados en contrastar los resultados obtenidos en el modelo. Se calculó la curva de duración de caudales y los caudales medios mensuales multianuales antes de cada bocatoma a partir de la serie climática histórica. Para ello se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los usuarios captan como máximo el caudal concesionado
- No se aplica el cumplimiento de un caudal ecológico después de las captaciones¹¹
- La prioridad de asignación del agua en estas condiciones es: consumo humano prioridad 1, consumo agropecuario prioridad 2 y consumo industrial prioridad 3.¹²

Por otra parte, aunque se corrieron múltiples escenarios de análisis para cada usuario, el análisis de las estrategias de gestión que se recomienda se hace a partir de un escenario denominado ESCENARIO DE REFERENCIA el cual, además de las consideraciones anteriores, incluyen las siguientes:

- Horizonte de modelación 2020 – 2030
- Crecimiento poblacional tendencial basado en datos censales DANE
- Demanda hídrica basada en dotaciones establecidas en el ítem 6.3.6
- Variación climática tendencial (Basada en estimaciones IDEAM de cambio climático para el departamento de Nariño)

Frente a estas se contrastan las 2 estrategias de gestión más relevantes frente al ESCENARIO DE REFERENCIA.

11. Esta consideración podría considerarse temporal hasta que CORPONARIÑO definen formalmente la aplicación de un caudal ecológico. Una vez esto suceda, será posible actualizar los análisis con relativa facilidad haciendo uso del modelo construido en WEAP.

12. El modelo construido permite analizar otros tipos de asignaciones de prioridad.

- Disminución de consumos
- Disminución de pérdidas

Todo lo anterior proporciona una base técnica que contribuirá en la toma de decisiones sobre los caudales a concesionar a los diferentes usuarios priorizados en los diferentes sectores productivos. Finalmente, se presentan unas recomendaciones enfocadas en fortalecer el uso eficiente del agua.

7.1.1.1 Corporación de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado y Aseo CORSEN

7.1.1.1.1 Quebrada Carnicería





USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZÓN SOCIAL	CONSEJO COMUNAL DE SERVIDORES PÚBLICOS DE ACUEDUCTO, ALcantarillado Y Aseo - CORSEN			LOCALIZACIÓN					
Nº EXPEDIENTE	090-09024								
MUNICIPIO	NARIÑO								
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO								
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA								
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora 40 minutos								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0,45								
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	14								
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS			PLANAS						
N	X	966070							
W	Y	633406							
H	Z	2231							
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)									
En piedra		En concreto		En mampara					
Límite, recto, sin flechas y sin juntas y profundas	Igual que el anterior pero más juntas y pastos	Límite, curvado, algunos pozos y juntas	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y acústicos	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
	X								
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II					
5	2	04	05	33					
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso						
			primaria	secundaria	terciaria	trucha			
6,25	0,62	0,11		N		N			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA									
  									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
Sector Beneficiario	Número de Usuarios Beneficiarios (o Habitantes/usuarios)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (litros/día)	%pérdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³/día)			
	147 (se incluye entre los 2 corregimientos de CORSEN en el sector rural 1877 usuarios urbanos)	7210	115	72	80	0,02			

Tabla 62. Ficha de campo de captación en la quebrada Carnicería para CORSEN

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 335-14



Municipio de
Nariño



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
14 l/s



Coordenadas de
Captación - Plano

X 968079

Y 633496

Z 2455

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Unidad Hidrográfica Nivel 1	Unidad Hidrográfica Nivel 2
5	2	04	05	33

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



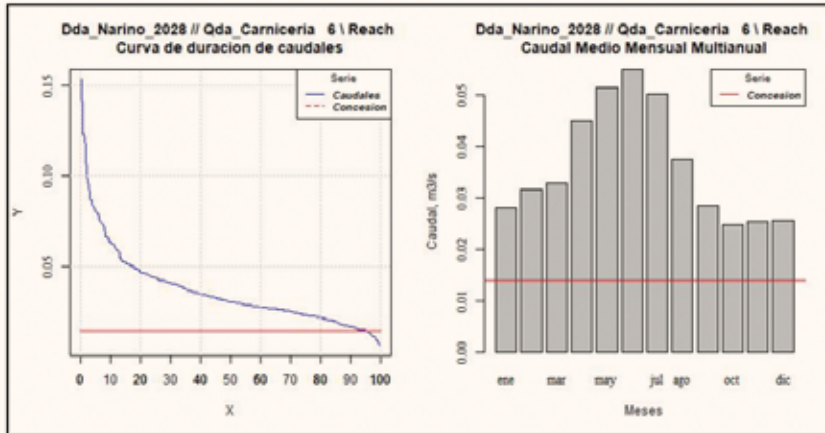
Caudal promedio 6.25 l/s



Ancho del cauce 0.62 m



Profundidad del canal 0.11 m



LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS Desde el resultado de la modelación se observa que:

En las condiciones de modelación la corriente dispondría del caudal suficiente para atender la concesión el 95% del tiempo. Por otra parte, los caudales medios mensuales multianuales calculados, indicarían que esta oferta es suficiente para la concesión otorgada.

En contraste con lo anterior, podrían existir problemas de oferta en época de verano, como se evidenció en las visitas de inspección en donde el caudal antes de la captación fue de 6.25 l/s, inferior al caudal concesionado, lo cual puede indicar dos cosas, la primera que la oferta de la corriente no es suficiente para el caudal concesionado, la segunda que usuarios aguas arriba de la captación, no priorizados o no legalizados, hacen uso intensivo del agua. El caudal captado del usuario durante la visita fue de 5.2 l/s. Esto conlleva a que la fuente tenga menos de 2 l/s después de la captación.

Según los resultados de la modelación como de la visita, se recomienda no modificar la concesión de agua. Además, se sugiere al usuario identificar y notificar sobre posibles usos ilegales de agua, aguas arriba de la captación.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.1.2 Quebrada Maragato







USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZON SOCIAL	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO - CORSEN		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CSC-120-18		  Ubicación Usuario							
MUNICIPIO	NARIÑO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora 30 minutos									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	1.18									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN										
GEOGRÁFICAS							PLANAS			
N	X		968995							
W	Y		632524							
H	Z		2505							
TIPO DE CAJAL (CLASIFICACION MANRIO)										
En planta			En mantufa							
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
				X						
ZONIFICACION HIDROGRAFICA										
AREA HIDROGRAFICA	ZONA HIDROGRAFICA	SUBZONA HIDROGRAFICA	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL II						
5	2	04	05	33						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
15	1.67	0.03		X		X				
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
   										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
Sector doméstico	Número de Usuarios Beneficiarios (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /s)				
	1442 (54 reparado a ritmo 1 por 2 conexiones de CORSEN) 405 USUARIOS RURALES - 1037 USUARIOS URBANOS	7210	115	72	80	0.02				

Tabla 63. Ficha de campo de captación en la quebrada Maragato para CORSEN

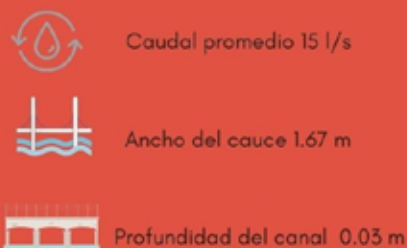
GENERALIDADES DEL USUARIO



Coordenadas de Capación (métricas)	
X	968995
Y	632524
Z	2505

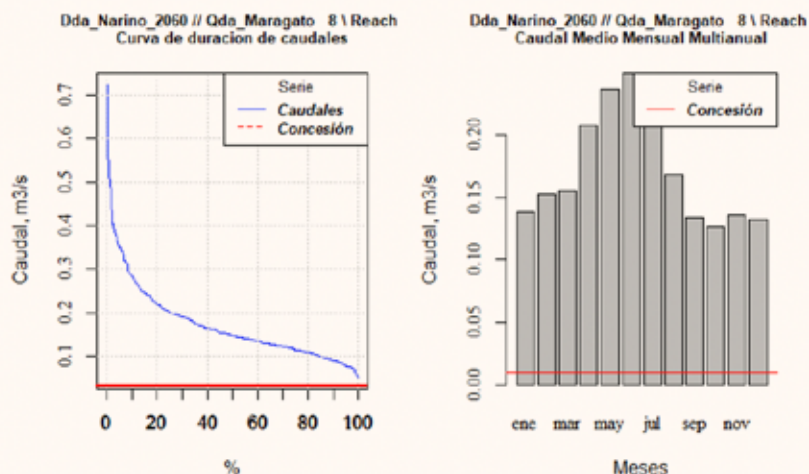
Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Unidad Hidrográfica	Unidad Hidrográfica
5	2	04	05	33

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

Desde el resultado de la modelación, tal como sucede en la quebrada Carnicería, la oferta hídrica disponible sería visiblemente



suficiente para los requerimientos de agua otorgados mediante la concesión de agua. La curva de duración de caudales indica que la corriente superaría el 100% del tiempo del caudal concesionado, de igual manera los caudales medios mensuales multianuales serían suficientes para la concesión otorgada.

En la visita de inspección la oferta de agua antes de la bocatoma fue de 15 l/s superior al valor de agua concesionada, sin embargo este valor es inferior al esperado de acuerdo a los resultados de la curva de duración de caudales modelada para este lugar. Ello sugiere una demanda de agua, aguas arriba de la captación, de importancia.

El valor captado durante la visita fue de 6.44 l/s, que representa un valor inferior al caudal concesionado.

Según los resultados de la modelación como de la visita, **se recomienda no modificar la concesión de agua**. Además, se sugiere al usuario identificar y notificar sobre posibles usos ilegales de agua, aguas arriba de la captación.

Lo anterior es consistente con lo encontrado en el ítem 4.3.9, donde se indica que la microcuenca el Chorrillo tiene un Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) Alto.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.1.3 Quebrada Chorreras


USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL		CORPORACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO ALDANTARRILLADO Y ASEO - CORSEN		LOCALIZACIÓN		
N° EXPEDIENTE		CSO-107-19		 <p>Ubicación Usuario</p>		
MUNICIPIO		NARIÑO				
CORREGIMIENTO O VEREDA		CASCO URBANO				
ACTIVIDAD PRODUCTIVA		SECTOR DOMÉSTICO				
PERMISOS AMBIENTALES		CONCESIÓN DE AGUA				
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO		2 hora 40 minutos				
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERECANA (Kms)		0.7				
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)		10				
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N		X	958541			
W		Y	532521			
H		Z	2505			
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)						
En planicie			En montaña			
Limpo, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más pedras y bastos	Limpo, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores.	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
NO HAY CAPTACIÓN						
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUSZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	33		
CARACTERÍSTICAS DE LA FRENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	Ancho del cauce (m)	Profundidad del canal (m)	Mas de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
				X		X
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
NO HAY CAPTACIÓN			NO HAY CAPTACIÓN			
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
Sector doméstico	Numero de Usuarios Beneficiarios (4 Habitantes/usuario)	Numero de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (litros/día)	tipicidad	% de retorno	Demanda hídrica (m ³ /día)
	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 64. Ficha de campo de captación en la quebrada Chorreras para CORSEN

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 107-15



Municipio de
Nariño



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
10 l/s



Coordenadas en
Cartesianas (Plan)

X 966541

Y 632521

Z 2505

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Unidad hidrográfica base	Unidad hidrográfica actual
5	2	04	05	33

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA

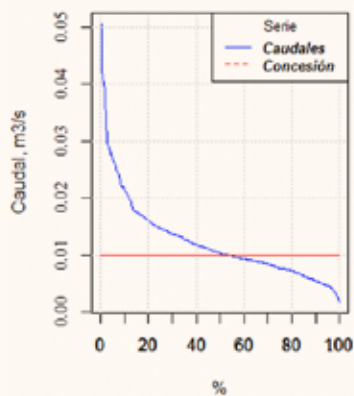


CAPTACIÓN SIN OPERAR

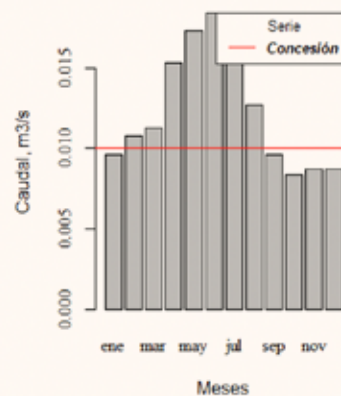


LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

Dda_Narino_2059 // Qda_Chorreras 2 \ Reach
Curva de duración de caudales



Dda_Narino_2059 // Qda_Chorreras 2 \ Reach
Caudal Medio Mensual Multianual



Como se logró evidenciar en la visita de inspección ocular esta captación no se encuentra en funcionamiento, no obstante, se determinó incluir esta posible captación dentro del modelo hidrológico para analizar su comportamiento.

El panorama en términos de oferta, si se encontrara en funcionamiento, indica que la quebrada en los últimos 4 meses del año y primer mes del mismo no contaría con la suficiente oferta hídrica para atender la concesión de agua, hecho que se visualiza en la curva de duración de caudales donde aproximadamente el 55% del tiempo del año la quebrada no contaría con el agua requerida para satisfacer la concesión vigente.

Concepto Técnico: Revocar la Concesión de Agua

7.1.1.1.4 Quebrada Chorrillo


USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZÓN SOCIAL	CORPORACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO - CORSEEN		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CEC-33-14		 <p>Ubicación Usuario</p>							
MUNICIPIO	NARIÑO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora 30 minutos									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	1.18									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	14									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN GEOGRÁFICAS										
PLANAS										
N	X									
W	Y									
H	Z									
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)										
En planta			En montaña							
Limpio, recto, sin felias y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pozos	Limpio, curvado, algunos pozos y banos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA										
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II						
5	2	04	05	33						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
15	1.67	0.03		X		X				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
NO HAY CAPTACIÓN										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
Sector demandante	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/Usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /d)				
	NO HAY CAPTACIÓN									

Tabla 65. Ficha de campo de captación en la quebrada Chorrillo para CORSEN

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de residentes
CSC 335-14



Municipio de
Nariño



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionario
14 l/s



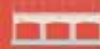
Coordenadas de
Geografía: Puntos
Lat: 1°36'53.64"N
Lon: 77°21'50.36"W
Z: 2505

Id	Nombre	Apellido	Apellido	Apellido
5	2	04	05	33

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Concesión sin Operar



LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

No se genero curva de duración de caudales debido a que la captación de agua se trata de un nacimiento, cuya oferta hídrica en el momento de la visita de inspección fue de 0.55 l/s para una concesión de aguas de 1 l/s. Dado que el aforo se realizó en época de verano es probable que en otros meses del año la oferta supere este valor lo cual posibilita dar el agua suficiente para la concesión, por tal motivo se recomienda ratificar esta concesión.

Concepto Técnico: No modificar la concesión de agua

7.1.1.1.5 Lineamiento Técnicos PUEAA - CORSEN

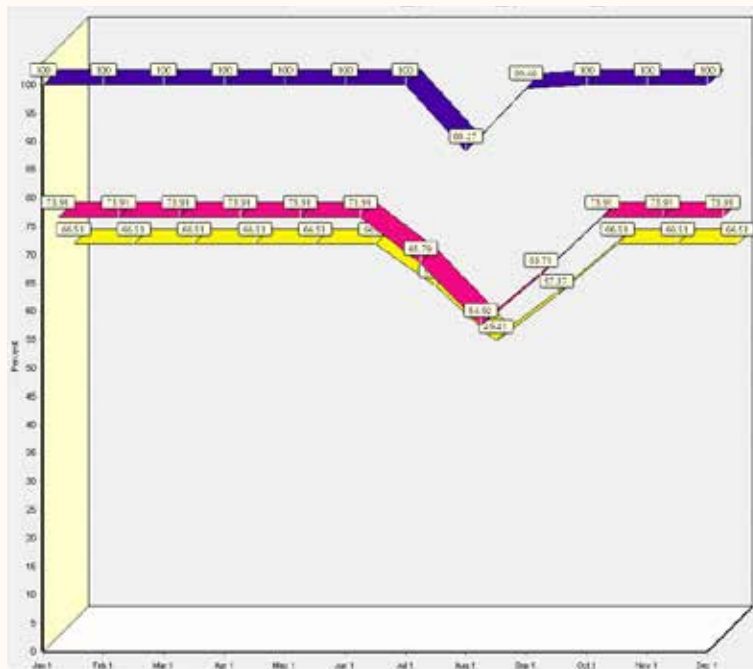


Figura 93. Coberturas medias mensuales multianuales – CORSEN

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)	Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)	Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)
Dotaciones: 140 L.hab/día* (Res 0330/2017)	Dotaciones: 140 L.hab/día	Dotaciones: 126 L.hab/día
Pérdidas: 34%	Pérdidas: 25%	Pérdidas: 34 %
Tasa de crecimiento poblacional: 0.28% **	Tasa de crecimiento poblacional: 0.28%	Tasa de crecimiento poblacional: 0.28%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si
	Para porcentaje de pérdidas se tomó lo del PUEAA, en reunión con el usuario se socializo valores inferiores al 27% lo cual indica una adecuada gestión del recurso.	

7.1.1.2 Empresa De Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Chachagüí Sociedad Por Acciones Simplificada SAS ESP - EMPOCHACHAGUI SAS ESP

7.1.1.2.1 Captación Quebrada Alcalá







USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA NO PASTO							
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE CHACHAGÜÍ UNIDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA SAS ESP - EMPOCHACHAGUI SAS ESP			LOCALIZACIÓN			
N° EXPEDIENTE	CSC 289-16						
MUNICIPIO	CHACHAGÜÍ						
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO						
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO						
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	2 horas 20 minutos						
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	1.23						
CAUDAL CONCEDIDO (l/s)	10			 Ubicación Usuario			
COORDENADAS DE CAPTACIÓN							
GEOGRÁFICAS							
PLANAS							
N	X	978214					
W	Y	640992					
H	Z	1992					
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MARRIÑO)							
En piedra		En concreto		En mampala			
Límite, recto, sin talles y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más pozos y talles	Límite, curvado, algunos pozos y talles	Igual que el anterior pero con adveles inferiores, más pendiente y secciones selectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
	X						
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA							
ANSA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	90			
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÉRICA							
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	trucha	
0.34	0.8	0.62		X	X		
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
  							
RESULTADOS DE DEMANDA HÉRICA (aplica para usuarios Priorizados)							
	Número de Usuarios Beneficiarios (Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Perla (litros/día)	% perdidas	% de retorno	caudal captado (l/s)	
			115	68	20	0.54	

Tabla 66. Ficha de campo de captación en la quebrada Alcalá para EMPOCHACHAGÜÍ

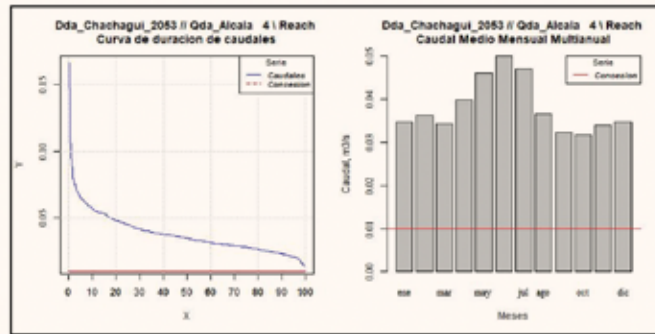
GENERALIDADES DEL USUARIO



CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Desde el resultado de la modelación, en una de las captaciones de Chachagüi, ubicada en la quebrada Alcalá, se observa que los 10 l/s concesionados serían suficientemente suplidos por la oferta hídrica de la quebrada en mención. Desde la modelación se observa que la corriente en este punto debería garantizar el caudal concesionado el 100% del tiempo y en todos los meses.

Sin embargo, esta situación hipotética no tiene en cuenta la existencia de conexiones ilegales a las redes de aducción del sistema de acueducto, situación que nos fue informada por el gerente de EMPOCHACHAGUI en reunión de socialización del proyecto.

Lo anterior indica que la presión sobre esta fuente es alta. Lo que ratifica que el Índice de Vulnerabilidad Hídrica IVH es alta.

Adicionalmente, el usuario tiene dos concesiones de agua, una inactiva sobre el río Bermúdez por 90 l/s y otra por fuera de la cuenca del río Pasto, sobre la corriente denominada La Tebalda adyacente a la cuenca, por 50 l/s.

De acuerdo con los supuestos del modelo las dos concesiones activas que suman 60 l/s, deberían ser suficientes para lograr coberturas del 100% durante todo el periodo modelado. Lo anterior contrasta con lo observado en las visitas de inspección, en que el caudal aforado antes de la captación fue de 0.54 l/s, este hecho indica una considerable disminución de los caudales, que se puede explicar por la baja oferta hídrica asociada a la temporada seca como a la existencia de usuarios ilegales o usos desmedidos del recurso, tal y como lo manifestó el gerente de la empresa de servicios públicos de Chachagüi.

Se recomienda no modificar la concesión de agua. Además, se sugiere al usuario identificar y notificar formalmente a la autoridad ambiental sobre posibles captaciones ilegales de agua, aguas arriba de la captación.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

Lineamiento Para PUEAA EMPOCHACHAGÜI

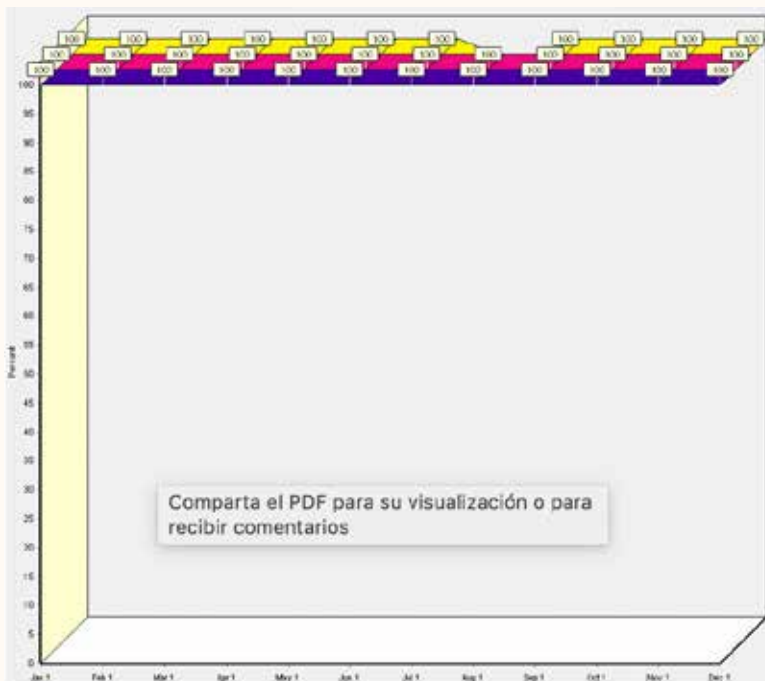


Figura 94. Coberturas medias mensuales multianuales - EMPOCHACHAGÜI

Condiciones Escenario de Referencia (Amarillo)

Dotaciones: 150 L.hab/día*

Pérdidas: 58%

Tasa de crecimiento poblacional: 1.5% **

Cumplimiento de Concesión de agua: Si

*Un escenario base con 115 l.hab/día no es realista considerando que muchos de los usuarios utilizan el agua para riego de jardines, llenado de piscinas y lavado de vehículos.

**Calculadas a partir de datos PUEAA Chachagüi

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (Azul)

Dotaciones: 150 L.hab/día

Pérdidas: 37.5%

Tasa de crecimiento poblacional: 1.5%

Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rojo)

Dotaciones: 115 L.hab/día

Pérdidas: 58 %

Tasa de crecimiento poblacional: 1.5%

Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Los resultados obtenidos desde el modelo indican que con los valores de dotación usados en el PUEAA de 115 l.hab/día, las coberturas deberían ser del 100% para todos los meses, con excepción de agosto, si las corrientes tuvieran las cantidad de agua concesionada. La situación encontrada durante la visita de campo podría representar la conjunción de fenómenos que limitan la oferta para el usuario, como la intensidad de la época climática seca y el uso intensivo aguas arriba por parte de otros usuarios (legales e ilegales). Sin embargo, se debe considerar disminuir las dotaciones como las pérdidas de agua en el sistema como estrategias de gestión del agua en una perspectiva de gestión de la demanda.

Es importante indicar que la modelación realizada en base mensual no incorpora las fluctuaciones de población flotante de fin de semana o en temporadas de vacaciones que pueden ocasionar un panorama diferente al descrito.

De lo anterior se sugiere que la actualización del PUEAA para el usuario incluya:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes de las plantas de potabilización que permitan aproximar el caudal de agua captada, como las variaciones de demanda originadas en la población flotante.
3. Plan de instrumentación de largo plazo para el punto de mayor concesión de agua, antes y después de la captación.

7.1.1.3 Alcaldía municipal de Chachagüí

7.1.1.3.1 Captación Bermúdez





USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RIO PASTO						
RAZON SOCIAL	ALCALDIA MUNICIPAL DE CHACHAGÜI		LOCALIZACIÓN			
N° EXPEDIENTE	CSC-276-09					
MUNICIPIO	CHACHAGÜI					
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora					
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.65					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	90					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N	X	978779				
W	Y	636153				
H	Z	2235				
TIPO DE CAÑAL (CLASIFICACION MARINQ)						
En planado					En montaña	
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y peñas	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
ZONIFICACION HIDROGRAFICA						
AREA HIDROGRAFICA	ZONA HIDROGRAFICA	SUBZONA HIDROGRAFICA	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL I		UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL II	
NO EXISTE CAPTACIÓN						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
				X		X
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
 Sector doméstico	Numero de Usuarios Beneficiarios (4 Habitantes/usuario)	Numero de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (l/hab*dia)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /s)
	ESA ES UNA CONCESION QUE ESTA OBRIGADA SOBRE EL RIO BERMUDEZ PARA EL MUNICIPIO DE CHACHAGÜI PERO HASTA AHORA NO HAY OBRAS NI CAPTACION.					

Tabla 67. Ficha de campo de captación en el río Bermúdez para alcaldía


GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 276-09




Municipio de
Chachagui



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
90 l/s



Coordenadas de
Captación - Plano

X	978779
Y	636153
Z	2235

CAPTACIÓN SIN OPERAR

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 90 l/s



CAPTACIÓN SIN OPERAR



CAPTACIÓN SIN OPERAR

Esta captación no presenta análisis debido a que no hay infraestructura de captación y no se encuentra en operación. A pesar de ser una concesión no activa, tiene un gran potencial como fuente complementaria de abastecimiento para la creciente demanda de agua para la población de Chachagüí.

El potencial se refleja en la oferta disponible de la fuente hídrica que permite solventar los requerimientos de la concesión de agua vigente.

Se recomienda no modificar la concesión de agua, no obstante se debe requerir al usuario una explicación sobre su uso potencial dados los conflictos de uso manifestado por el empresa de servicios públicos y usuarios rurales.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.4 Cooperativa Multiactiva Social Mayorista LTDA – SOCIALCOOPP


USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO								
RAZÓN SOCIAL	COOPERATIVA MULTIACTIVA SOCIAL		LOCALIZACIÓN					
Nº EXPEDIENTE	CSC-009-16		EXISTE COMO CAPTACIÓN DOMESTICA					
MUNICIPIO	CHACTAGLE							
CORREGIMIENTO O VEREDA								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	GENERACIÓN DE ENERGÍA							
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA							
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA A CERCANA (Km)	3,11							
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	35							
COORDENADAS DE CAPTACIÓN								
GEOGRÁFICAS						PLANAS		
N		X	970070					
W		Y	633754					
H		Z						
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MAHMO)								
En planicie			En montaña					
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas			
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA								
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA								
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso					
			primaria	secundaria	terciaria	trunca		
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA								
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)								
	Área beneficiada (Ha)	Epo de cultivo	KC	% Pérdidas	Demanda hídrica (m³/h)			

Tabla 68. Ficha de campo de captación en el río Bermúdez para SOCIALCOOPP

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente:
CSC 009-16



Municipio de
Chachagui



Actividad Productiva:
No doméstica



Caudal concesionado:
35 l/s



Proyección
Córdinas - UTM:
X: 379070
Y: 633754
Z: 2600

CAPTACION DE NACIMIENTO

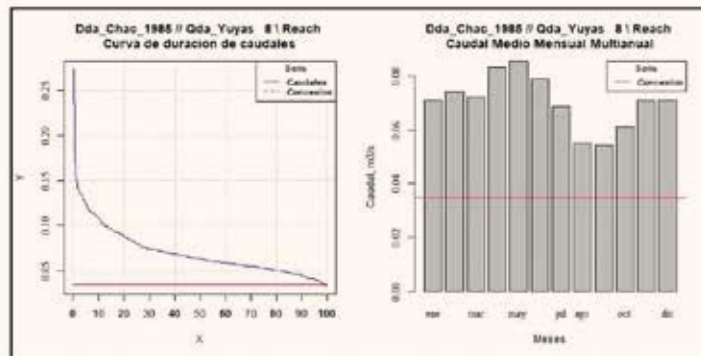
CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



EXISTE COMO CAPTACIÓN
DOMÉSTICA



LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Corresponde a un proyecto que está sin funcionar a pesar de tener una concesión vigente de 35 l/s.

La concesión de agua, en caso de ser usada puede ser suplida por la oferta hídrica de la quebrada Yuyas durante todos los meses del año.

Dada la demanda hídrica que existe en la cuenca, se debería requerir al usuario su confirmación sobre el uso de lo contrario se puede determinar esta cantidad de agua sea concesionada a otros usuarios.

Concepto Técnico: Ratificar la concesión de agua, previa ratificación de uso

7.1.1.5 Empresa De Obras Sanitarias De Pasto EMPOPASTO S.A.

7.1.1.5.1 Captación Buesaquillo





USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS - EMPOPASTO S.A. E.S.P.			LOCALIZACIÓN		
N° EXPEDIENTE	CSC-329-15					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DEPASTO	20 minutos					
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.4					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	650					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N		X	98 1039			
W		Y	624658			
H		Z	2647			
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)						
En planta			En planta			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos		Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	
					Fondo: canto rodado con grandes rocas	
					X	
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	NA		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
498			X			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
Sector Doméstico	Número de Usuarios Beneficiarios (t. Habitantes/usuarios)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Caudal captado (l/s)
	87% población urbana de Pasto					480

Tabla 69. Ficha de campo de captación en el río Pasto para EMPOPASTO

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 329-15



Municipio de
PASTO



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
650 l/s



Coordenadas de
Caudal - Fuente

X 991039

Y 624658

Z 2647

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Unidad Hidrográfica (Módulo)	Unidad Hidrográfica Real
5	2	04	05	NA

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 498 l/s



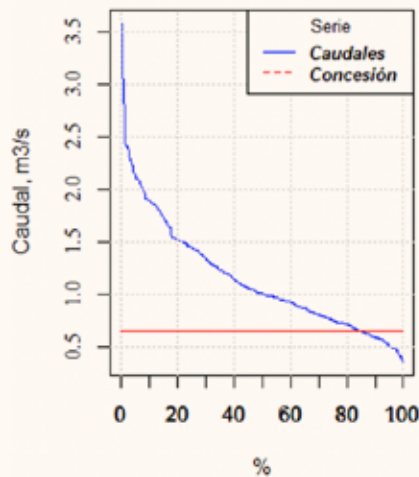
Ancho del cauce 6.8 m



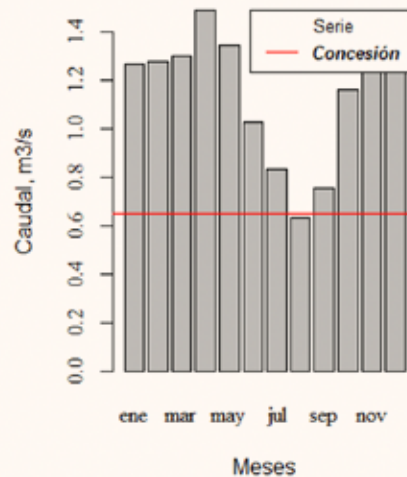
Profundidad del canal 0.7 m

LINEAMIENTOS TÉCNICOS CONCESIÓN DE AGUA

Dda_Pasto_1952 // Rio_Pasto 20 \ Reach
Curva de duración de caudales



Dda_Pasto_1952 // Rio_Pasto 20 \ Reach
Caudal Medio Mensual Multianual



Corresponde a la principal concesión de agua de la cuenca de río Pasto, dado que su caudal es el más grande concesionado para el sector doméstico, y a su vez sirve para abastecer el 80% de la población del casco urbano de la ciudad de Pasto.

Con base a los resultados de la modelación, en la oferta hídrica se evidencia problemas para suplir los caudales en el mes de agosto, que corresponde a la época seca en la región. Según la curva de duración de caudales cerca del 15% del tiempo, el río no está en capacidad de ofertar el agua para los 650 l/s de concesión.

Se recomienda ratificar la concesión de agua considerando que las fuentes de respaldo de acueducto de la ciudad (Bobo y Piedras) suplirían el caudal no suministrado en este punto durante las épocas críticas de baja oferta de agua.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.5.2 Captación Quebrada Miraflores





USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZON SOCIAL		EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS - EMPOPASTO S.A. E.S.P.		LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE		CSC-331-15		 					
MUNICIPIO		PASTO							
CORREGIMIENTO O VEREDA		CATAMBUCO							
ACTIVIDAD PRODUCTIVA		SECTOR DOMÉSTICO							
PERMISOS AMBIENTALES		CONCESIÓN DE AGUA							
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO		1 hora 40 minutos							
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)		1.3							
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)		120							
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS		PLANAS							
N		X	975260						
W		Y	619118						
H		Z	2886						
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)									
En planicie			En montaña						
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
				X					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II					
5	2	04	05	45					
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso						
			primaria	secundaria	terciaria	trocha			
179	3.3	0.04	X			X			
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA									
									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
Factor demandado	Número de Usuarios Beneficiados (# Habitantes/Usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Caudal captado (l/s)			
						138			

Tabla 70. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para EMPOPASTO

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 331-15



Municipio de
PASTO



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
120 l/s



Coordenadas de
Captación - Plano

X 975260

Y 619188

Z 2886

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Unidad Hidrográfica Base 1	Unidad Hidrográfica Base 2
5	2	04	05	45

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 179 l/s



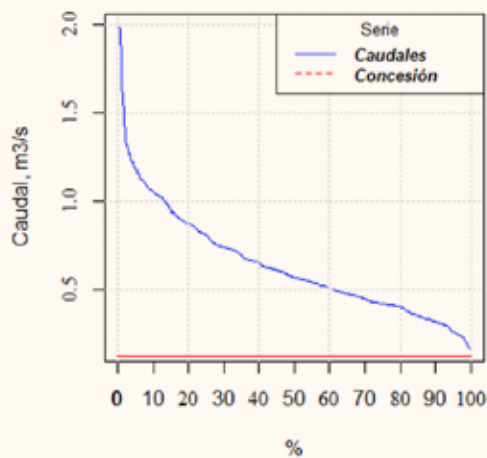
Ancho del cauce 3.3 m



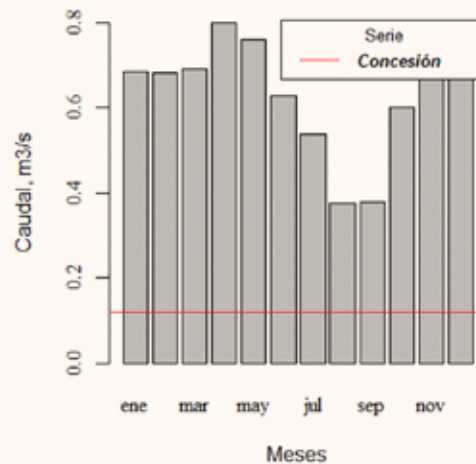
Profundidad del canal 0.04 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

Dda_Pasto_1955 // Qda_Miraflores_Chapal 8 \ Reach
Curva de duración de caudales



Dda_Pasto_1955 // Qda_Miraflores_Chapal 8 \ Reach
Caudal Medio Mensual Multianual



Evaluando el punto de captación, se observa que, bajo las condiciones de modelación, la oferta hídrica de la quebrada no presentaría mayor dificultad para entregar los requerimientos de agua a la concesión e incluso que la oferta de agua sería suficiente para considerar un aumento potencial de la concesión.

Sin embargo, en las visitas de inspección se evidenció que la oferta en el punto de captación era mínima y por debajo del valor de la concesión, puesto que la quebrada estaría excesivamente presionada por presuntas captaciones ilegales y usos desmedido del agua.

La discrepancia entra los resultados de la modelación y lo observado en la verificación de campo indicaría que existen aguas arriba de la captación numerosos usuarios que, legales o ilegales, realizan un uso excesivo que sobrepasa la oferta que esta en capacidad de ofrecer la microcuenca miraflores

Sin embargo, aún bajo estas condiciones críticas en los meses secos, las fuentes de respaldo de acueducto de la ciudad (Bobo y Piedras) suplirían el caudal no suministrado en este punto para la ciudad de Pasto

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.5.3 Captación Quebrada El Quinche



USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS - EMPOPASTO S.A. E.S.P.			LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE	CSC-332-15								
MUNICIPIO	PASTO								
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO								
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA								
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	30 minutos								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.9								
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	80								
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS			PLANAS						
N			X	981014					
W			Y	626072					
H			Z	2684					
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)									
En planicie			En montaña						
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
	X								
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I		UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
5	2	04	05		66				
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso						
			primaria	secundaria	terciaria	trocha			
7.23	0.3	0.08	X			X			
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA									
									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
Servicio demandado	Número de Usuarios Beneficiarios (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Caudal captado (l/s)			
						2.43			

Tabla 71. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para EMPOPASTO

GENERALIDADES DEL USUARIO

Número de expediente CSC 332-15
 Municipio de PASTO
 Actividad Productiva Consumo Humano
 Caudal concesionado 80 l/s

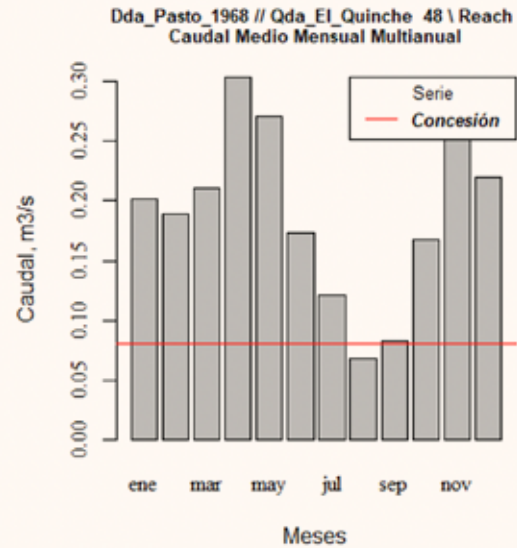
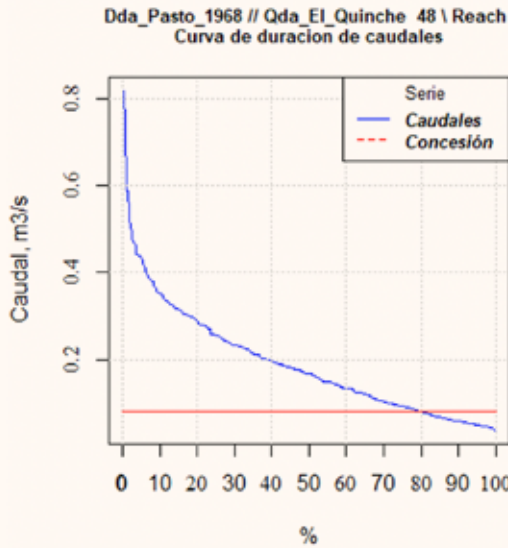


Coordenadas de Captación - Pisos				
X	981014			
Y	626072			
Z	2684			
Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Unidad Hidrográfica (Mód.)	Unidad Hidrográfica (Real)
5	2	04	05	66

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA

Caudal promedio 7.25 l/s
 Ancho del cauce 0.3 m
 Profundidad del canal 0.08 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Bajo las condiciones de modelación, la quebrada El Quinche, en el punto de captación, no garantizaría durante todo el tiempo la oferta hídrica, debido a que, el 20% del tiempo la quebrada no tendría el agua suficiente para atender la concesión de 80 l/s durante todo el año. Siendo los meses de agosto y septiembre los más críticos como se observa en la figura de caudales mensuales multianuales.

Esta dificultad se ratificó durante la visita de inspección donde se evidencia que la oferta hídrica era mínima para las necesidades de la concesión de agua pues el caudal de la corriente no superaba los 8 l/s.

Esto indica una situación que la modelación no realiza, pero si lo hace la verificación de campo, y el conflicto de agua para riego y consumo humano es intenso en esta microcuenca.

Dadas las condiciones encontradas se recomienda ratificar la concesión de agua, debido a que el usuario pueda captar la cantidad concesionada durante las épocas en que la corriente ofrezca caudal suficiente, y que en las temporadas de periodos secos, las fuentes de respaldo de acueducto de la ciudad (Bobo y Piedras) suplirían el caudal no suministrado en este punto para la ciudad de Pasto

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua.

7.1.1.5.4 Captación San Felipe




USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZON SOCIAL	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS - EMPOPASTO S.A. E.S.P.		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CSC-132-10									
MUNICIPIO	PASTO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DEPASTO	30 minutos									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	NA									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	63									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN										
GEOGRÁFICAS										
N	1°11'59.24"N	X								
W	77°19'47.01"O	Y								
H	2850	Z								
TIPO DE CANAL (CLASIFICACION MANING)										
En planicie			En montaña							
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y banquetas	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
	X									
ZONIFICACION HIDROGRAFICA										
AREA HIDROGRAFICA	ZONA HIDROGRAFICA	SUBZONA HIDROGRAFICA	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL II						
5	2	04	06	43						
CARACTERISITCAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
9.43	1.1	0.13	X			X				
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
Sector beneficiario	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab*dia)	%perdidas	% de retorno	Caudal captado (l/s)				
						9.43				

Tabla 72. Ficha de campo de captación en el río Mijitayo para EMPOPASTO

GENERALIDADES DEL USUARIO



Numero de beneficiario
CSC 132-15



Municipio de
PASTO



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
63 l/s



Coordenadas de Sesacion - Desagües	
X	77° 38.24' W
Y	2° 19' 47.87" S
Z	2850

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Unidad hidrográfica (Aguas)	Unidad hidrográfica (Riego)
5	2	04	06	43

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 9.43 l/s



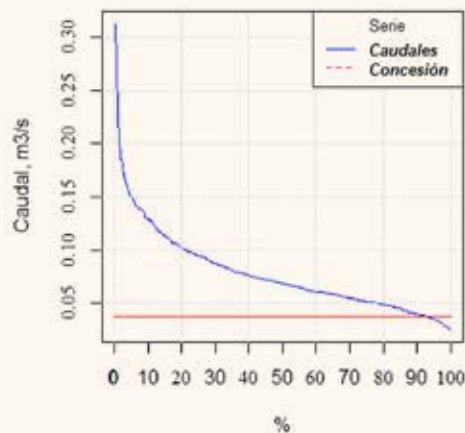
Ancho del cauce 1.1 m



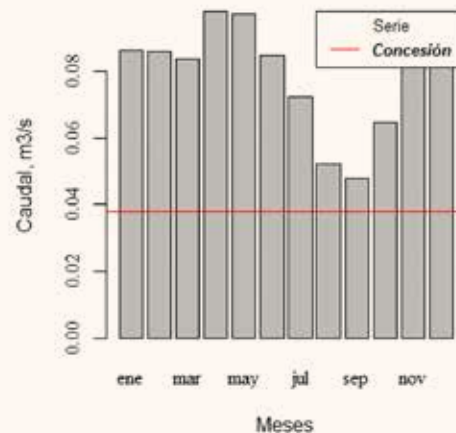
Profundidad del canal 0.13 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS DE CONCESIÓN DE AGUA

Dda_Pasto_San_Fpe // Rio_Mijitayo 16 \ Reach
Curva de duración de caudales



Dda_Pasto_San_Fpe // Rio_Mijitayo 16 \ Reach
Caudal Medio Mensual Multianual



Mijitayo es una microcuenca que presenta gran presión hídrica. En el punto de captación de San Felipe se observa que la oferta hídrica según los resultados de la modelación, podría cumplir durante la mayoría del tiempo con los requerimientos de la concesión de 38 l/s, sin embargo en condiciones secas se ha evidenciado situaciones que dadas las presiones aguas arriba de la captación se dificulta una oferta hídrica que permita cumplir con las necesidades de la captación.

Lo anterior se evidencia con los datos de la visita donde antes de la captación el caudal de la corriente era de 9.43 l/s puesto que el usuario captaba todo el agua disponible.

Dadas las condiciones encontradas se recomienda ratificar la concesión de agua ya que el usuario pueda captar la cantidad concesionada durante las épocas en que la corriente ofrezca caudal suficiente, y en las temporadas de periodos secos, las fuentes de respaldo de acueducto de la ciudad (Bobo y Piedras) suplirían el caudal no suministrado en este punto para la ciudad de Pasto

Concepto Técnico: Ratificar la Concesión de Agua

7.1.1.5.5 Captación Mijitayo



USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS EMPOPASTO S.A. E.S.P.			LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE	CSC-330-15								
MUNICIPIO	PASTO								
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASCO URBANO								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO								
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA								
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DEPASTO	30 minutos								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	NA								
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	37								
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS			PLANAS						
N	X	674628							
W	V	975082							
H	Z	2730							
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)									
En planicie			En montaña						
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendientes y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
	X								
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II					
5	2	04	06	43					
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso						
			primaria	secundaria	terciaria	trocha			
11.93	1.1	0.13	X			X			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA									
									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
Sector doméstico	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Caudal captado (l/s)			
						11.93			

Tabla 73. Ficha de campo de captación en el río Mijitayo para EMPOPASTO

GENERALIDADES DEL USUARIO



Numero de expediente
CSC 330-15



Municipio de
PASTO



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
37 l/s



Coordenadas
Geográficas (UTM)

X: 624628
Y: 975032
Z: 2730

Area hidrográfica	Bacia hidrográfica	Subarea hidrográfica	Unidad hidrográfica (Mód. 1)	Unidad hidrográfica (Mód. 2)
5	2	04	06	43

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 11.93 l/s



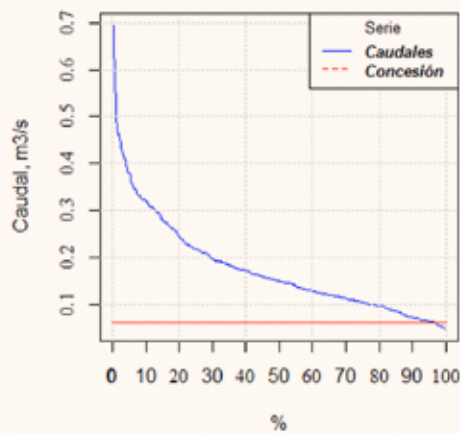
Ancho del cauce 1,1 m



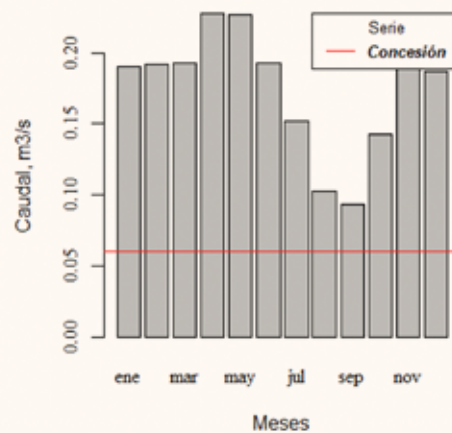
Profundidad del canal 0,13 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

Dda_Pasto_1960 // Rio_Mijitayo 30 \ Reach
Curva de duración de caudales



Dda_Pasto_1960 // Rio_Mijitayo 30 \ Reach
Caudal Medio Mensual Multianual



En condiciones normales, la oferta hídrica de la quebrada Mijitayo podría asegurar las necesidades de agua del caudal concesionado de 60 l/s, a pesar de que en meses como agosto y septiembre los caudales presentan menor cantidad, la concesión de agua no se vería afectada, sin embargo las condiciones encontradas durante la visita de campo fueron realmente críticas pues los caudales que ofrecía la corriente no suplía el agua concesionada para este punto, debido a que el usuario captaba toda el caudal disponible.

Es una microcuenca cuyo Índice de Vulnerabilidad Hídrica IVH es alto, lo que indica que los usuarios que captan de esta son podrían enfrentarse a riesgo de desabastecimiento, lo cual se ha ratificado en las visitas de inspección en que se encontró que el agua disponible en la fuente esta muy por debajo del caudal concesionado.

Dadas las condiciones encontradas se recomienda ratificar la concesión de agua puesto que el usuario pueda captar la cantidad concesionada durante las épocas en que la corriente ofrezca caudal suficiente, y en las temporadas de periodos secos, las fuentes de respaldo de acueducto de la ciudad (Bobo y Piedras) suplirían el caudal no suministrado en este punto para la ciudad de Pasto

Concepto Técnico: Ratificar la Concesión de Agua

7.1.1.5.6 Lineamiento Para PUEAA EMPOPASTO

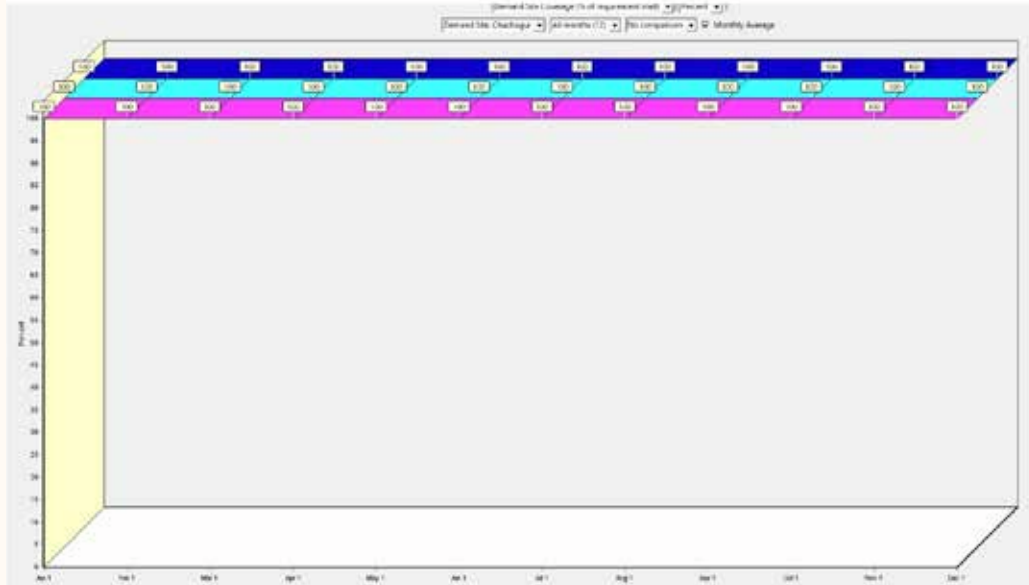


Figura 95. Coberturas medias mensuales multianuales - EMPOPASTO

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)

Dotaciones: 140 L.hab/día* (Res 0330/2017)
 Pérdidas: 34%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.28%
 **
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)

Dotaciones: 140 L.hab/día
 Pérdidas: 25%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.28%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Para porcentaje de pérdidas se tomó lo del PUEAA, en reunión con el usuario se socializo valores inferiores al 27% lo cual indica una adecuada gestión del recurso.

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)

Dotaciones: 126 L.hab/día
 Pérdidas: 34 %
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.28%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

7.1.1.6 Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado de San Fernando







USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RIO PASTO						
RAZON SOCIAL	JUNTA ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO Y ALcantarillado DE SAN FERNANDO		LOCALIZACION			
Nº EXPEDIENTE	CSC-004-17					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREIMIENTO O VEREDA	SAN FERNANDO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMESTICO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESION DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DE BDE CASCO URBANO DE PASTO	40 minutos					
DISTANCIA A ESTACION HIDROCLIMATOLOGICA CERCANA (Km)	1.3					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10					
COORDENADAS DE CAPTACION						
GEOGRAFICAS			PLANAS			
N	1° 10'25.637N	X				
W	77° 52'0.771O	Y				
M		Z				
 Ubicación Usuario						
TIPO DE CANAL (OLA SITUACION INFERIOR)						
En pendiente		En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y paños	Limpio, curvado, algunos pozos y bendedores	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
ZONIFICACION HIDROGRAFICA						
AREA HIDROGRAFICA	ZONA HIDROGRAFICA	SUBZONA HIDROGRAFICA	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL II		
5	2	04	05	13		
CARACTERISTICAS DE LA FUENTE HIDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
7.40	0.26	0.04	X			X
7.3	0.27	0.05	X			X
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACION OBRA HIDRAULICA						
  						
RESULTADOS DE DEMANDA HIDRICA (datos por usuarios Priorizados)						
 Sector de usuarios	Numero de Usuarios Beneficiarios (4 habitantes su usuario)	Numero de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (litros/día)	Vigencias	% de retorno	Caudal captado (l/s)
						12.7 en la bofetona legalizada y 8.3 en la otra bofetona

Tabla 74. Ficha de campo de captación para San Fernando

GENERALIDADES DEL USUARIO



Coordenadas UTM
 X: 730 25.67N
 Y: 77383.77E
 Z: 2200

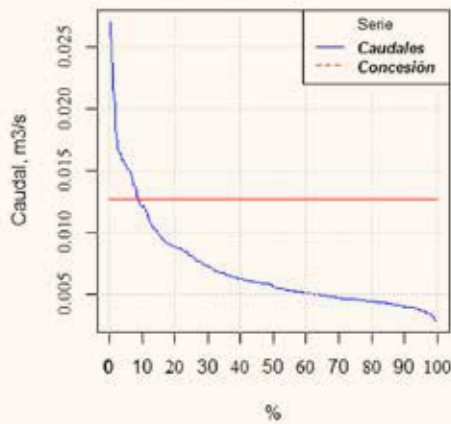
Riesgo Hidrológico	Riesgo Meteorológico	Riesgo Sísmico	Impacto Hidrológico	Impacto Meteorológico
5	2	04	05	13

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA

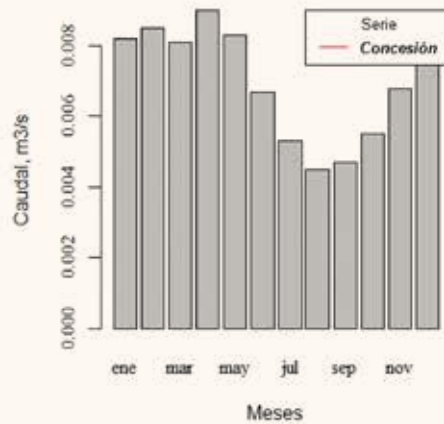


LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS

Dda_Cent_2070 // Oda_Afluente_Barbero_4\ Reach
 Curva de duración de caudales



Dda_Cent_2070 // Oda_Afluente_Barbero_4\ Reach
 Caudal Medio Mensual Multianual



Según los resultados de la modelación, los caudales concesionados 10 l/s en la captación priorizada y 2.7 en la captación no priorizada, no podrían ser suplidos por la fuente.

Durante la visita de campo, se inspeccionó la bocatoma priorizada así como la bocatoma no priorizada, encontrando que este acueducto capta más agua de la concesionada, un total de 21.6 l/s entre ambas captaciones, lo cual sugiere que la concesión no es suficiente para el total de población atendida como para las condiciones de pérdidas y dotaciones simuladas para el usuario. También se presume que se estarían efectuando usos diferentes al uso doméstico, como lo apuntan las áreas agrícolas de la zona visitada. En una de las captaciones del usuario (2.7 l/s) se capta la totalidad de agua del cauce principal.

Dadas las condiciones, se recomienda ratificar la concesión de agua puesto que el usuario pueda captar la cantidad concesionada durante las épocas en que la corriente ofrezca un caudal suficiente.

Concepto Técnico: Ratificar la Concesión de Agua

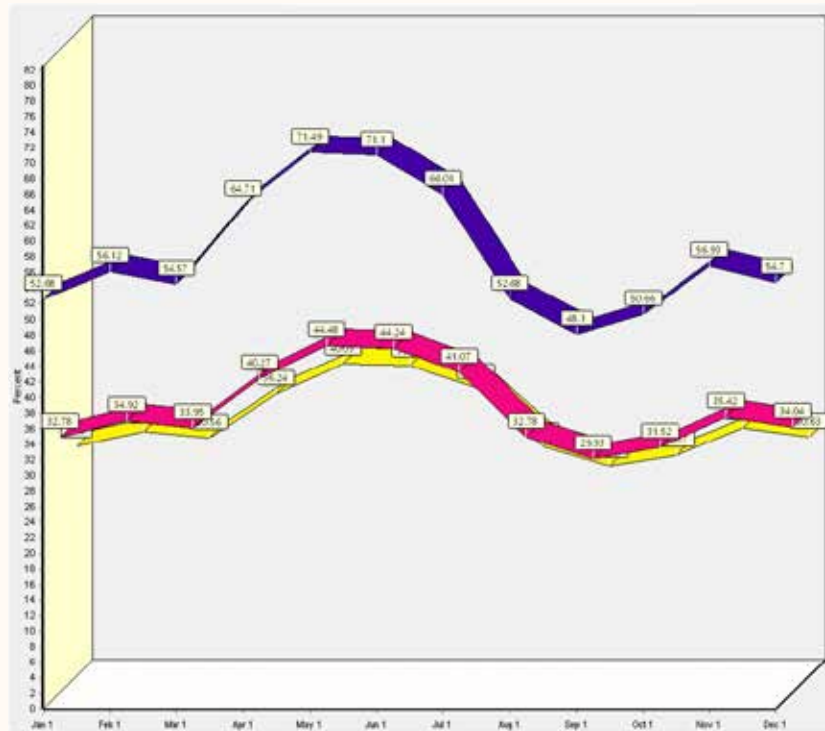


Figura 96. Coberturas medias mensuales multianuales – San Fernando

Condiciones Escenario de Referencia (Amarillo)

Dotaciones: 140 L.hab/día* (Res 0330/2017)
 Pérdidas: 58%
 Tasa de crecimiento poblacional: 1.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (Azul)

Dotaciones: 140 L.hab/día
 Pérdidas: 37.5%
 Tasa de crecimiento poblacional: 1.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)

Dotaciones: 126 L.hab/día
 Pérdidas: 58 %
 Tasa de crecimiento poblacional: 1.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

El panorama de la modelación muestra que incluso disminuyendo pérdidas y consumos el modelo indicaría que no sería suficiente para lograr coberturas del 100%, esto indica que no existe suficiente agua disponible para la demanda generada, y que las estrategias de gestión de la demanda son insuficientes para mejorar la situación.

El tamaño del acueducto sugiere realizar una adecuada gestión del agua a través de las siguientes acciones:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Plan de instrumentación de largo plazo para el punto de mayor concesión de agua, antes y después de la captación.

A pesar de las medidas anteriores, este usuario podría requerir el estudio de fuentes de abastecimiento alternas.

7.1.1.7 Asociación Agropecuaria Piscícola ACUARANDA - ASO ACUARANDA

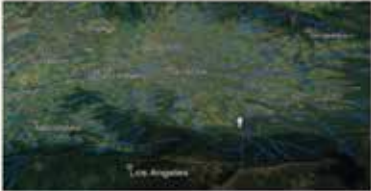


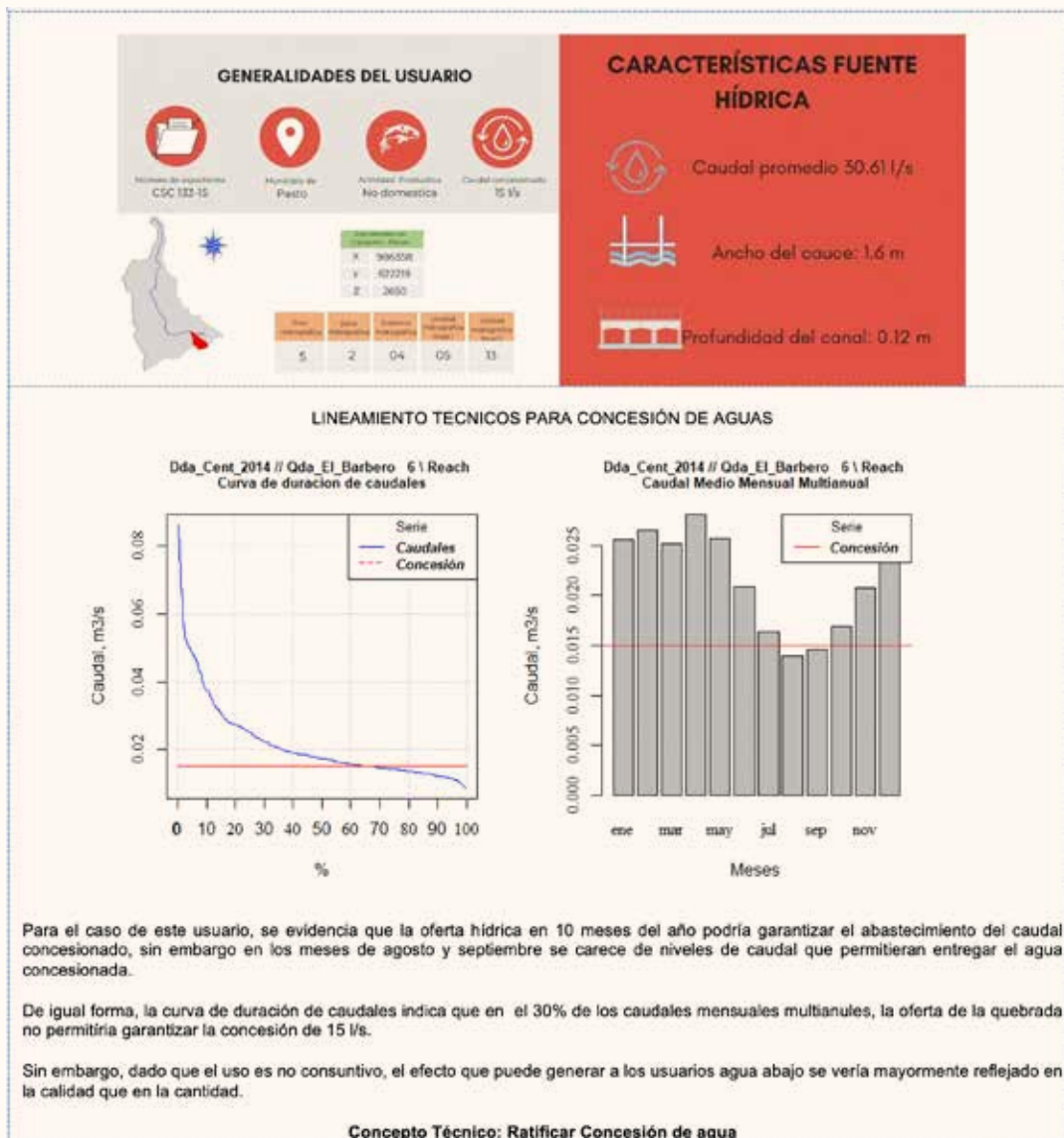
USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZON SOCIAL	ASOCIACION AGROPECUARIA PISCICOLA ACUARANDA - ASO ACUARANDA			LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE	CSC-133-15								
MUNICIPIO	PASTO								
CORREGIMIENTO O VEREDA	LA LAGUNA								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PISCICOLA								
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA								
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	40 minutos								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.11								
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	15								
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS		PLANAS							
N		X	9863.58						
W		Y	6222.19						
H		Z							
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANING)									
En planicie			En montaña						
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
		x							
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I		UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
5	2	04	05		13				
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso						
			primaria	secundaria	terciaria	trocha			
30.61	1.6	0.12	x			x			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA									
									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
 Salvar agrícola	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	caudal captado (l/s)				
					15.77				

Tabla 75. Ficha de campo de captación en la quebrada El Barbero para ASO ACUARANDA



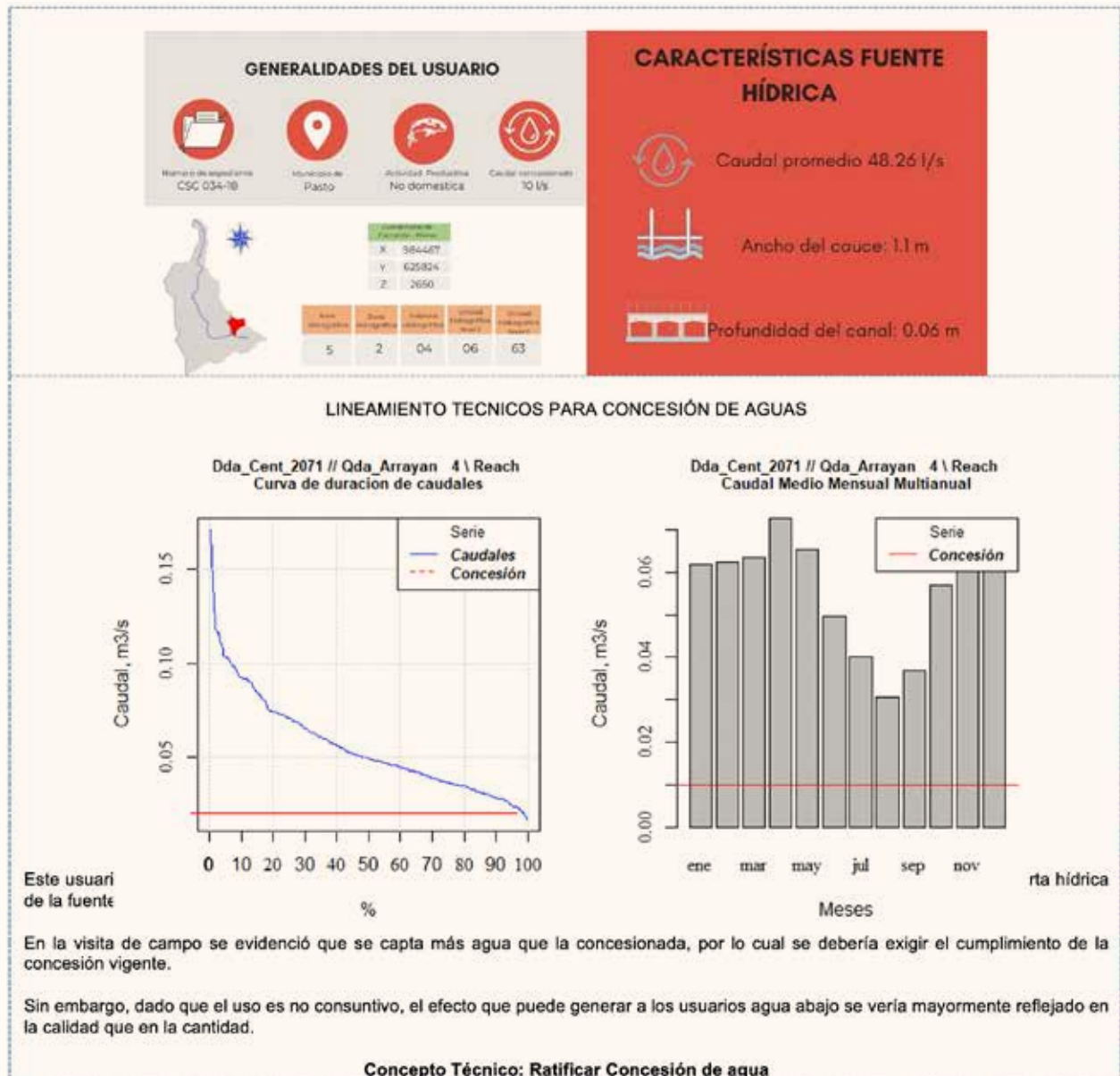
Dado que es un usuario de un sector productivo con alta demanda en la región y su capacidad de producción piscícola es visiblemente alto, demostrado en los 300.000 alevinos y 40.000 truchas que son objeto de cría, al usuario se le ratificaría la concesión bajo los siguientes condicionantes:

1. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macro medición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.
2. Plan de instrumentación de mediano plazo para monitorear la concesión de agua, antes y después de la captación.

7.1.1.8 Claudia Ximena Delgado Delgado – Piscícola Corregimiento de Cabrera

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO									
RAZÓN SOCIAL	CLAUDIA XIMENA DELGADO DELGADO			LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE	CSC-034-18								
MUNICIPIO	PASTO								
CORREGIMIENTO O VEREDA	CABRERA								
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PECUARIO								
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA								
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	40 minuto								
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	3.23								
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10								
COORDENADAS DE CAPTACIÓN									
GEOGRÁFICAS			PLANAS						
N	X		984467						
W	Y		625824						
H	Z								
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)									
En planicie			En montaña						
Limpio, recto, sin talles y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y sectores	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas				
	X								
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA									
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II					
5	2	04	06	63					
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA									
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso:						
			primaria	secundaria	terciaria	trocha			
48.26	1.1	0.06		x					
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA									
									
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)									
Sector Piscícola	numero de peces	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	caudal captado (l/s)				
	1500 truchas				31.37				

Tabla 76. Ficha de campo de captación en la quebrada Arrayán para Piscícola Corregimiento de Cabrera



Dado que es un usuario de un sector productivo, al usuario se le ratificaría la concesión bajo los siguientes condicionantes:

1. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición del agua captada
2. Plan de instrumentación de mediano plazo para monitorear la concesión de agua, antes y después de la captación.

7.1.1.9

Guillermo Álvaro Guancha Burgos – Riego Corregimiento de Buesaquillo

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZON SOCIAL	GUILLERMO ALVARO GUANCHA BURGOS			LOCALIZACIÓN		
N° EXPEDIENTE	CSC-086-16					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESQUILLO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PECUARIO-RIEGO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	40 MINUTOS					
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	1.8					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	9					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N		X	983139			
W		Y	626242			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANIQA)						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
X						
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	64		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
9.33	0.55	0.15			X	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	caudal captado (l/s)	
	6 ha	cebolla y papa			9.33	

Tabla 77. Ficha de campo de captación en la quebrada Quinche para riego Corregimiento de Buesaquillo

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de sistemas
CSC 086-16



Municipio de
Pasto



Actividad Productiva
No domestica



Caudal concesionado
9l/s



Coordenadas Geográficas

X	983139
Y	626242
Z	2650

Area Hidrográfica	Zona Hidrológica	Subzona Hidrológica	Problema Hidrológico	Clase Hidrológica
5	2	04	05	64

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 9,33 l/s

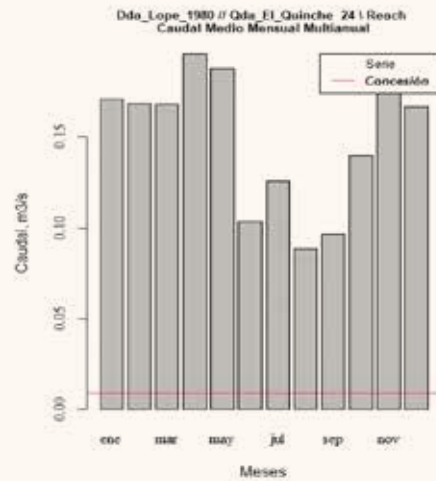
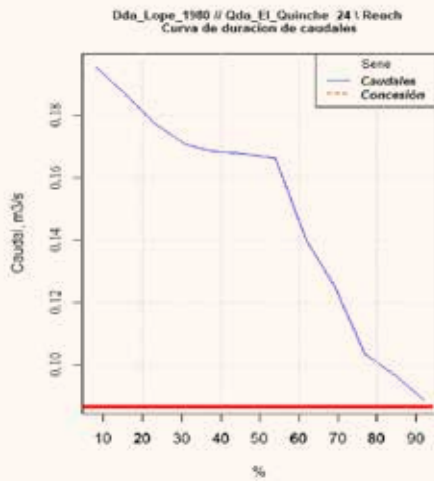


Ancho del cauce: 0,55 m



Profundidad del canal: 0,15 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Corresponde a un proyecto del sector agrícola, en los resultados del modelo, el punto de captación no presenta mayor inconveniente en términos de oferta hídrica para los requerimientos del caudal concesionado. Los caudales mensuales multiannuals indican altos niveles de agua durante todo el año para las necesidades del proyecto.

Se recomienda ratificar la concesión de agua, basados en las visitas de campo donde en época seca, el agua es limitada e insuficiente para los caudales concesionados.

Concepto Técnico: Ratificar la Concesión de Agua

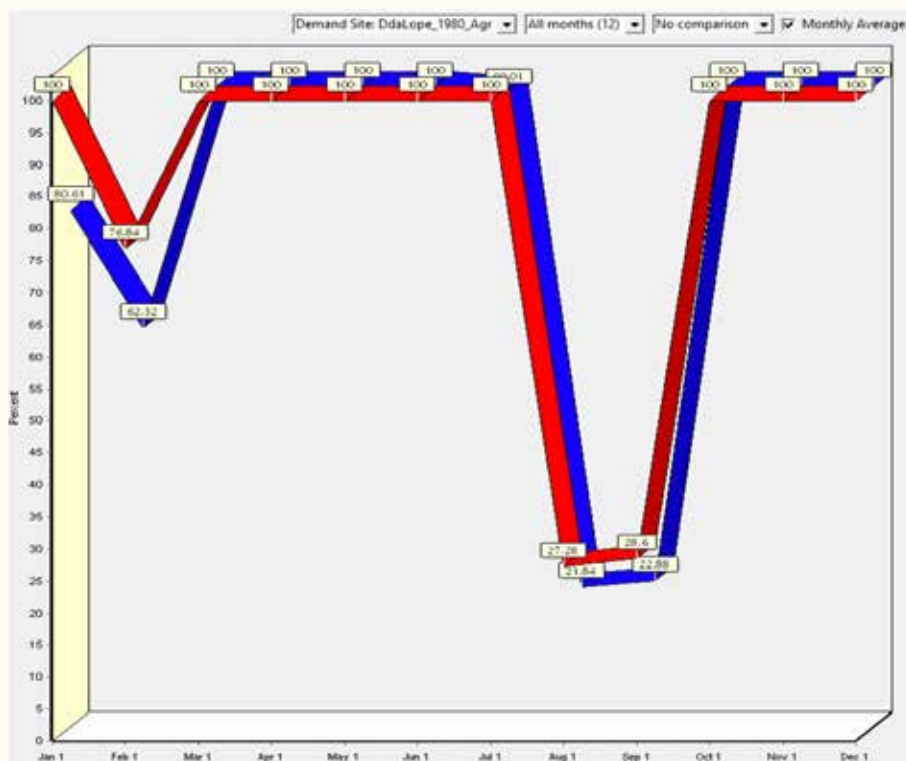


Figura 97. Coberturas medias mensuales multianuales – Riego Buesaquillo

Condiciones Escenario de Referencia
(azul oscuro)

Dotaciones: 5200 m³/ha año – Cebolla
2112 m³/ha año - Hortalizas
Perdidas: 45%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución
de Pérdidas (azul claro)

Dotaciones: 5200 m³/ha año – Cebolla
2112 m³/ha año - Hortalizas
Perdidas: 30%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si

La actividad agrícola demanda tal cantidad de agua, que aun con un disminución de perdidas no se alcanza en los meses críticos a tener coberturas del 100%. La modelación indica que ña situación se hace crítica en los meses secos, con mayor impacto en agosto y septiembre.

La ratificación de la concesión debe condicionarse a la presentación de:

una Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.

1. Informe con descripción detallada del sistema de riego que incluya áreas, tipos de cultivo, sistemas de riego.
2. Plan de mediano plazo que incluya acciones de uso eficiente del agua.

7.1.1.10 Servicio Nacional De Aprendizaje SENA






USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZON SOCIAL		SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA		LOCALIZACIÓN		
N° EXPEDIENTE		CSC-266-16				
MUNICIPIO		PASTO				
CORREGIMIENTO O VEREDA		CASCO URBANO				
ACTIVIDAD PRODUCTIVA		AGRÍCOLA Y PECUARIO				
PERMISOS AMBIENTALES		CONCESIÓN DE AGUA				
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO		20 MINUTOS				
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)		0.66				
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)		13.68				
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N		X	981085			
W		Y	626817			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACION MANING)						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
X						
ZONIFICACION HIDROGRAFICA						
AREA HIDROGRAFICA	ZONA HIDROGRAFICA	SUBZONA HIDROGRAFICA	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRAFICA NIVEL II		
5	2	04	05	66		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
10.4	0.28	0.06	X			X
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
 Sector Agrícola	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	CAUDAL CAPTADO (L/S)	
					10.4	

Tabla 78. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para el SENA

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de abonados
CSC 266-76



Municipio de
Pasto



Actividad Productiva
No domestica



Caudal concesionado
13.68 l/s



Coordenadas de
Caudalero: Pasto

X	983085
Y	626677
Z	2750

Area Interurbana	Area Suburbana	Industria Industrial	Usos Públicos	Usos Residenciales
5	2	04	05	66

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 10.4 l/s

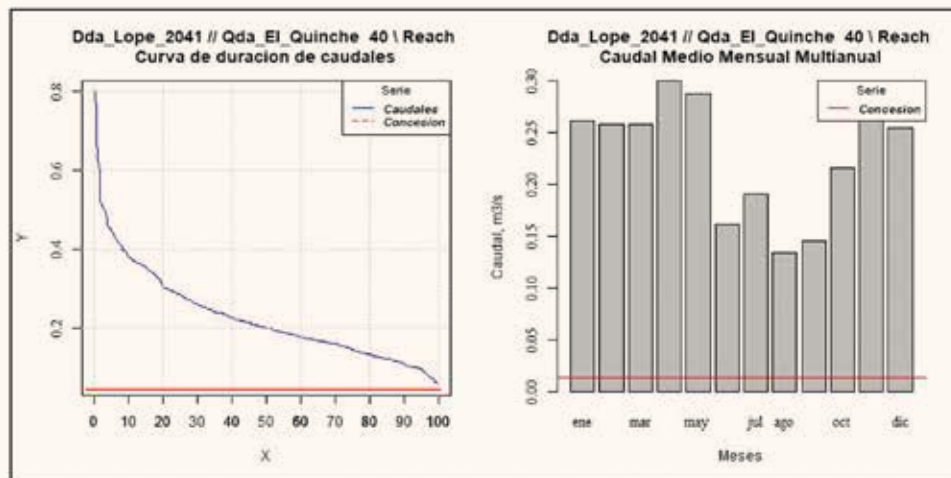


Ancho del cauce: 0.28 m



Profundidad del canal: 0.06 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



El SENA, cuenta con una concesión de 13.68 l/s para este punto de captación, la oferta según los caudales medios mensuales modelados son superiores a los 130 l/s en época seca, razón por la cual, se lograría alcanzar los requerimientos de agua para este proyecto.

En la jornada de campo se observa que la oferta no es necesariamente similar a los resultados del modelo, pues el caudal promedio de la fuente hídrica no supera los 14 l/s, de igual forma se resalta que el agua demanda al momento de realizar la visita era inferiores a la estimada en el modelo pues por el estado de emergencia sanitaria muchas de las oficinas y centros educativos no se encontraban en funcionamiento

Las condiciones de modelación indicarían que es posible ratificar la concesión asignada a este usuario.

Concepto Técnico: No modificar la Concesión de agua

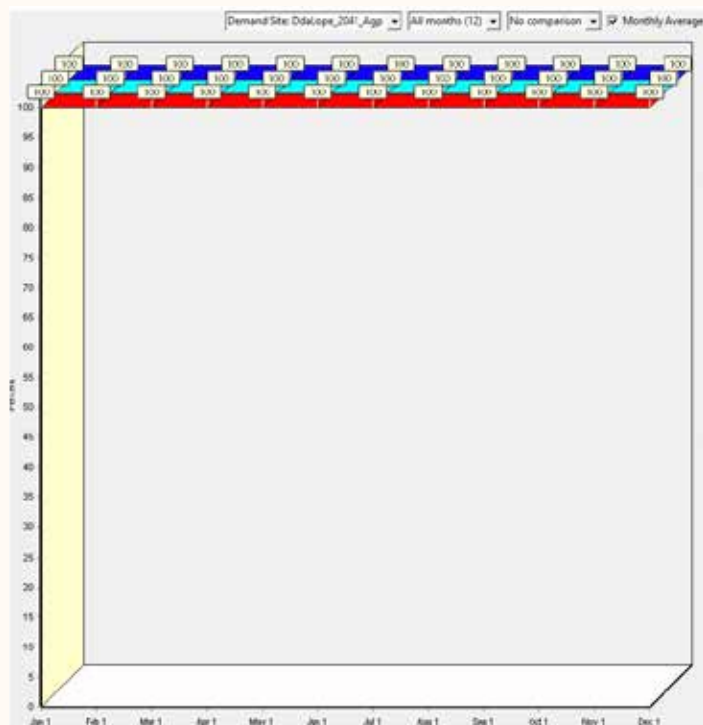


Figura 98. Coberturas medias mensuales multianuales – SENA

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)	Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)	Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rojo)
Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)	Dotaciones: 150 l.hab/día	Dotaciones: 135 l.hab/día
Perdidas: 72%	Perdidas: 50%	Perdidas: 72 %
Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%	Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%	Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si

En la visita de campo se evidencia que el caudal de la fuente hídrica no presenta suficientes caudales para la concesión de agua otorgada, a pesar de que los resultados del modelo demuestran coberturas superiores del 100%, se podría concluir que la adecuada gestión del agua podría contribuir a alcanzar los caudales esperados, por lo cual se recomienda lo siguiente:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.

El SENA es un usuario que representa la condición de tener usos múltiples del agua por consumo humano, agrícola y pecuario. Esto y la naturaleza educativa de la institución permiten pensar en la posibilidad de cooperar en un proyecto orientado a la estandarización de valores de consumo para la zona, porque la carencia de información precisa de dotaciones y consumos aumenta la incertidumbre de los procesos de planificación del recurso hídrico.

7.1.1.11 Bolívar Víctor David Martínez – Corregimiento de Mocondino




USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL	BOLÍVAR VÍCTOR DAVID MARTÍNEZ		LOCALIZACIÓN			
N° EXPEDIENTE	CS/C-420-16					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	DOLORES					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	RECREATIVO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	20 minutos					
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.37					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N		X	982052			
W		Y	623206			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANING)						
En planicie				En montaña		
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
		X				
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	19		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso:			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
21	1.1	0.06	X		X	
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	CAUDAL CAPTADO (l/s)	
	USO RECREATIVO PARA UN LAGO				15.09	

Tabla 79. Ficha de campo de captación en la quebrada Dolores para Corregimiento de Mocondino

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente:
CSC 420-16



Municipio de
Pasto



Actividad Productiva:
No domestica



Caudal concesionado:
10 l/s



Coordenadas de
Captación - Planos

X: 982052

Y: 623206

Z: 2550

Área Ambiental	Zona Ambiental	Susceptibilidad Ambiental	Uso del Suelo	Uso del Suelo
5	2	04	05	19

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio: 21 l/s

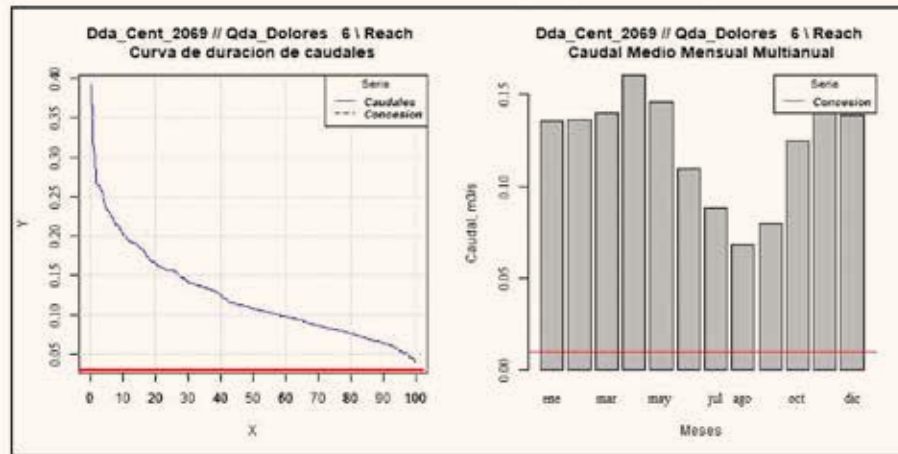


Ancho del cauce: 1.1 m



Profundidad del canal: 0.06 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Es una concesión que hace parte del sector recreativo, las posibilidades de oferta en este punto de captación indican que no habría mayor inconveniente para seguir otorgando los caudales concesionados de este proyecto.

Por ser de un uso de agua no consuntivo de tipo recreativo, que no afecta la oferta hídrica en la zona, se **recomienda ratificar la concesión de agua**.

Con este usuario no se realiza una modelación de escenarios de reducción de consumos porque en este usuario el consumo es no consuntivo dado que el agua se capta y regresa a la corriente en un tramo corto de la fuente.

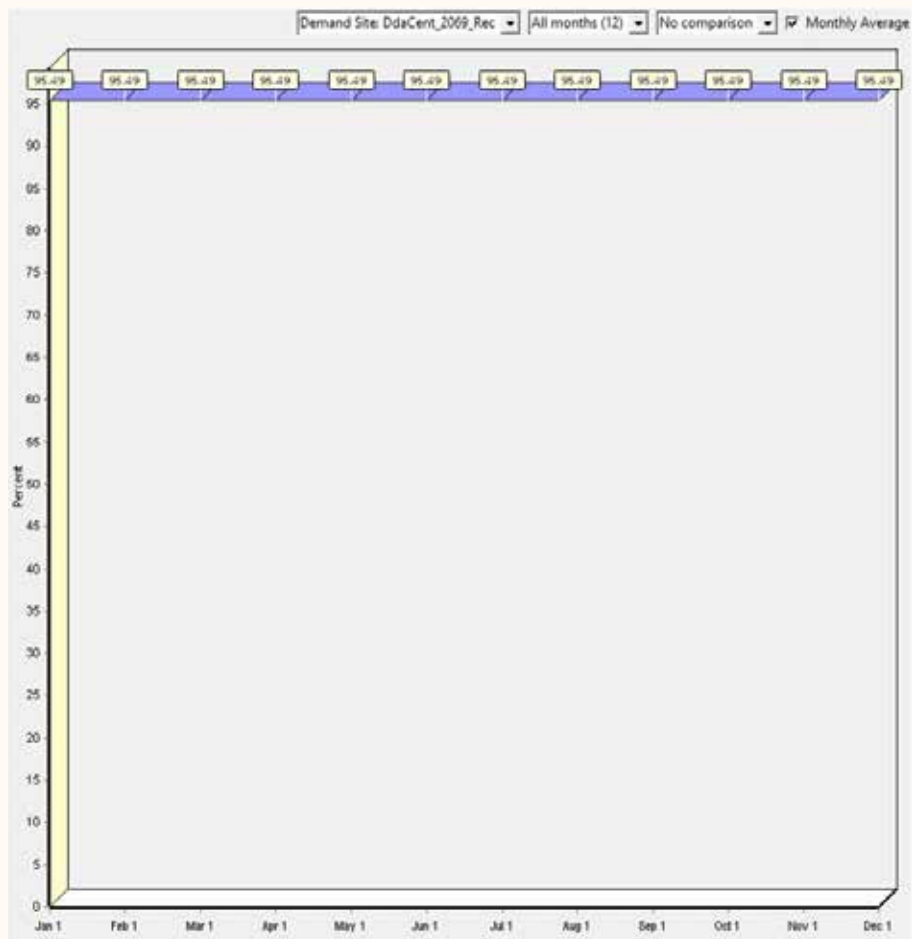


Figura 99. Coberturas medias mensuales multianuales – CORSEN

Sin embargo, los resultados del modelo ratifican lo encontrado en la visita de campo en cuanto a que el caudal de la fuente hídrica no presenta suficientes caudales para la concesión de agua otorgada. En la modelación, bajo el escenario de referencia, las coberturas mensuales rondan el 95%.

1. Acciones de control y monitoreo del caudal captado.

7.1.1.12 Club Campestre De Pesca Y Tiro – Corregimiento de Mocondino



USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZON SOCIAL	CLUB CAMPESTRE DE PESCA Y TIRO					
N° EXPEDIENTE	CSC-155-11					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	DOLORES					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PÍSCICOLA					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	20 minutos					
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.76					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N		X	981867			
W		Y	623599			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANING)						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
		x				
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ANEA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	19		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
NO EXISTE CAPTACIÓN						
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Perdidas	Demanda hídrica (m³/s)	

Tabla 80. Ficha de campo de captación en la quebrada Dolores para Club campestre

GENERALIDADES DEL USUARIO

 Número de expediente: CSC 155-II
 Municipio de: Pando
 Actividad: Piscicultura No domestica
 Caudal Concedido: 10 l/s



Coordenadas de Control de Fuente:
 X: 963867
 Y: 423509
 Z: 3690

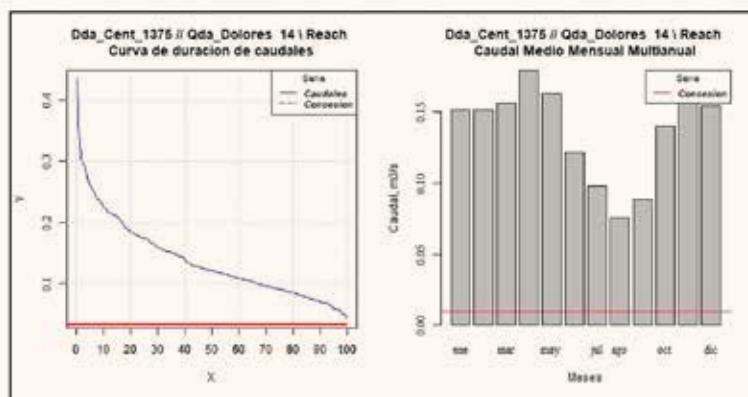
Area	Area	Superficie	Superficie	Superficie
Proteccion	Reservada	Reservada	Reservada	Reservada
5	2	04	05	19

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



 NO EXISTE CAPTACIÓN.


LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Es una concesión de agua que actualmente no esta siendo utilizada a pesar de estar vigente, no obstante, los resultados de los graficos indican una oferta hidrica ideal para las necesidades de agua del proyecto, pues en epoca seca se evidencian caudales en fuente hidrica de 75 l/s.

Como resultado de la visita, esta concesión no esta siendo usada debido a que sus fines eran de piscicolas y dadas las condiciones de calidad no fue recomendable su uso.

Concepto Técnico: Revocar la concesión de agua

7.1.1.13 Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL	JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL DE LA VEREDA BOTANILLA		LOCALIZACIÓN			
N° EXPEDIENTE	CIC-191-19					
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	AGRÍCOLA					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO	40 minutos					
DEPARTAMENTO	PASTO					
ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	1.33					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	10.22					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS PLANAS						
N	X	975331				
W	Y	619129				
H	Z					
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)						
En planicie				En montaña		
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancales	Igual que el anterior pero con niveles inferiores.	Fondo: canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
	X					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
CAPTACION DE NACIMIENTO						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	Ancho del cauce (m)	Profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
4l	3	0.08	x			x
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
Sector Agrícola	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Pérdidas	Demanda hídrica (m³/s)	
	4	PAPA-lechuga				

Tabla 81. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla

GENERALIDADES DEL USUARIO



Numero de expediente:
CSC NI-6



Municipio de
Pesto



Actividad Productiva
No domestica



Caudal concesionario
10.22 l/s



Coordenadas de Captación Pesto	
X	975501
Y	619612
Z	2755

CAPTACIÓN DE NACIMIENTO

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



CAPTACIÓN DE NACIMIENTO

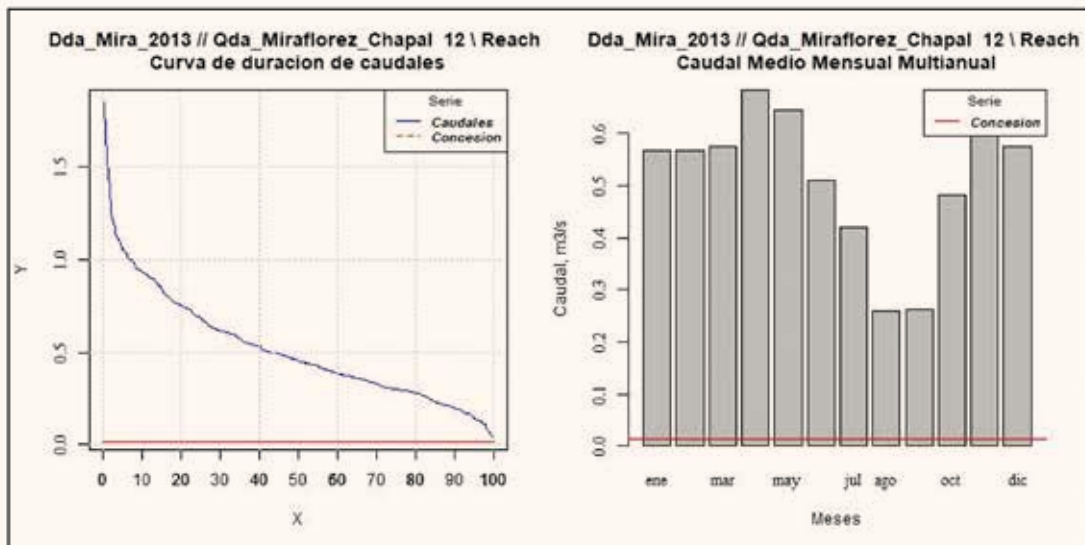


CAPTACIÓN DE NACIMIENTO



CAPTACIÓN DE NACIMIENTO

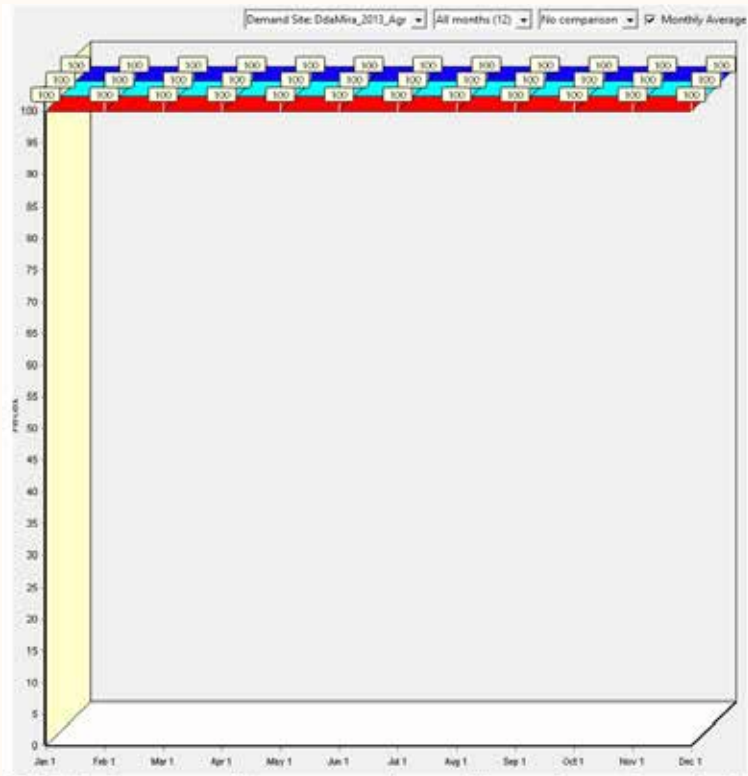
LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



En este punto de captación se evidencia que la oferta hídrica podría ser suficiente para los 10.22 l/s de agua concesionados, ya que hay una disposición del 100% de caudales mensuales multianuales para esta demanda.

Con la oferta hídrica, las áreas agrícolas tipo huerta casera del sector indica una cobertura del 100%.

Concepto Técnico: No modificar la concesión de agua



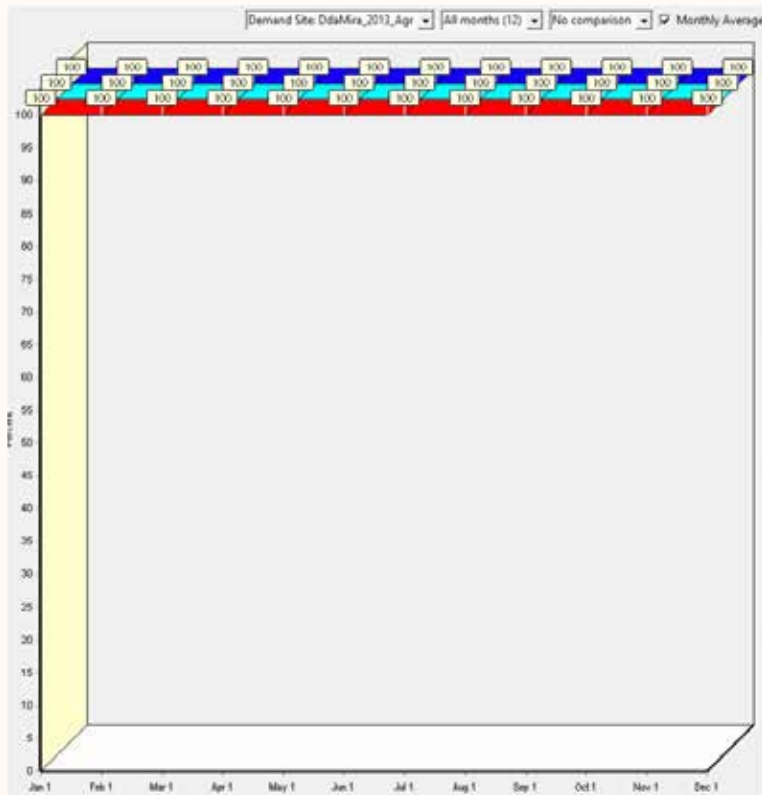


Figura 100. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Obonuco

**Condiciones Escenario de Referencia
(azul oscuro)**

Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)
Perdidas: 72%
Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si

**Condiciones Escenario de Disminución
de Pérdidas (azul claro)**

Dotaciones: 150 l.hab/día
Perdidas: 50%
Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si

**Condiciones Escenario de Disminución
de consumos (Rojo)**

Dotaciones: 135 l.hab/día
Perdidas: 72 %
Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Los resultados del modelo indicarían que la concesión asignada es suficiente para lograr coberturas del 100%. Se debe recomendar lo siguiente:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.

7.1.1.14 Junta Administradora del Acueducto y Alcantarillado Rural de Botanilla

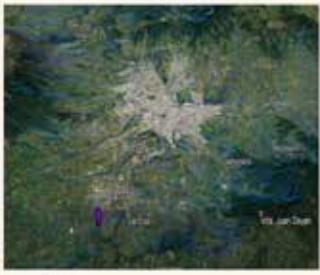


USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO RURAL DE BOTANILLA		LOCALIZACIÓN			
Nº EXPEDIENTE	CSC-119-15		 <p>Ubicación Usuario</p>			
MUNICIPIO	PASTO					
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO					
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO					
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO	1 hora 40 Minutos					
DEPASTO DISTANCIA A ESTACIÓN	1.8					
HIDROCLIMATOLÓGIC A CERCANA (Km)	1.5					
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	1.5					
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N	X	975501				
W	Y	619612				
H	Z	2755				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)						
En piedra			En mortaja			
Limpio, recto, sin talas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastas	Limpio, curvado, algunos pozos y bacos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores.	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
				X		
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
AREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	45		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
				X		X
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
 Número de Usuarios Beneficiarios (Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiarios	Dotación Neta (hab/día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /d)	
	800	NA	150	72	80	0.02

Tabla 82. Ficha de campo de captación en la quebrada Miraflores para Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de usuarios
CSC 119-15



Municipio de
Pasto



Agricultor Productor
No domestica



Cantidad consumida
15 l/s



Coordenadas de
Captación (metros)

X 975331

Y 639029

Z 2750

Año Inauguración	Días de suministro	Suministro de agua (litros)	Presión de suministro (atmósferas)	Costo de suministro (dólares)
5	2	04	05	45

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 41 l/s

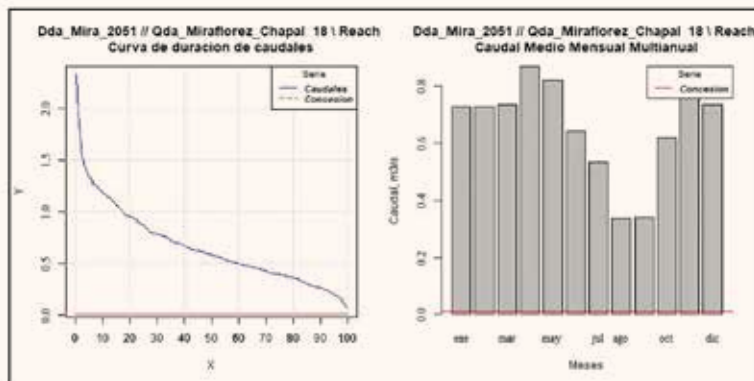


Ancho del cauce: 3 m



Profundidad del canal: 0.08 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Las necesidades de riego para esta zona de la cuenca, en condiciones normales, podrían ser suplidas por la oferta hídrica que presenta la quebrada Miraflores de acuerdo a la curva de duración de caudales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta fuente presente gran presión hídrica aguas arribas de estas captaciones.

Al ser una fuente hídrica prioritaria para consumo humano, que beneficia a 800 usuarios de Botanilla, es primordial garantizar la oferta de agua a este usuario.

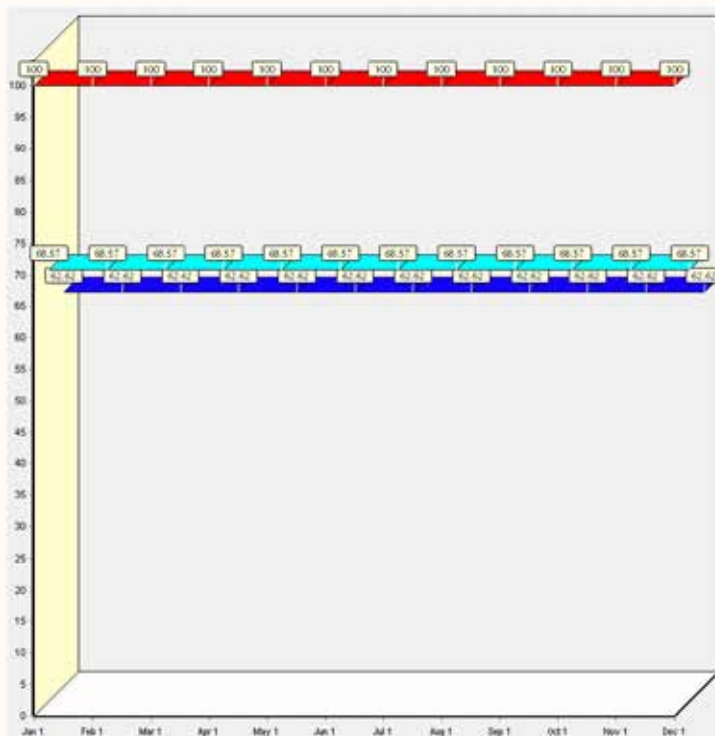


Figura 101. Coberturas medias mensuales multianuales - Junta de Acción Comunal de la vereda Botanilla

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)
 Pérdidas: 72%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día
 Pérdidas: 50%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)
 Dotaciones: 135 l.hab/día
 Pérdidas: 72 %
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Bajo el escenario de referencia la cobertura no supera el 60%, esto indicaría que desde el caudal concesionado el agua no es suficiente para atender la demanda, pero las condiciones de presión sobre el agua en la cuenca no dan espacio a recomendar un aumento de la concesión. De los escenarios modelados, es el escenario de disminución de pérdidas el que permitiría alcanzar las coberturas del 100%. De lo anterior, se recomienda lo siguiente:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.

7.1.1.15 Mauro Gilberto Bastidas Pazos – Mina Armenia






USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZON SOCIAL		MAURO GILBERTO BASTIDAS PAZOS		LOCALIZACIÓN 		
N° EXPEDIENTE		CSC-138-10				
MUNICIPIO		PASTO				
CORREGIMIENTO O VEREDA		CASCO URBANO				
ACTIVIDAD PRODUCTIVA		INDUSTRIAL				
PERMISOS AMBIENTALES		CONCESIÓN DE AGUA				
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO		20 MINUTOS				
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)		1.99				
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)		4.5				
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N		X	976642			
W		Y	622404			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANING)						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
		X				
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	45		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
4.63	0.5	0.07				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
 Sector Agrícola	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Pérdidas	CAUDAL CAPTADO m³/s	
	LAVADO 15 m³ de arena a la semana				0.9	

Tabla 83. Ficha de campo de captación para Mina Armenia

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de proveedores
CSC 138-30



Municipio de
Pasto



Actividad Productiva
No domestica



Caudal promedio
4.5 l/s



Coordenadas de
Estación (Páramo)

X: 976642

Y: 622404

Z: 2750

Año	Caudal	Actividad	Estado	Orden
5	2	04	05	56

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 4.65 l/s

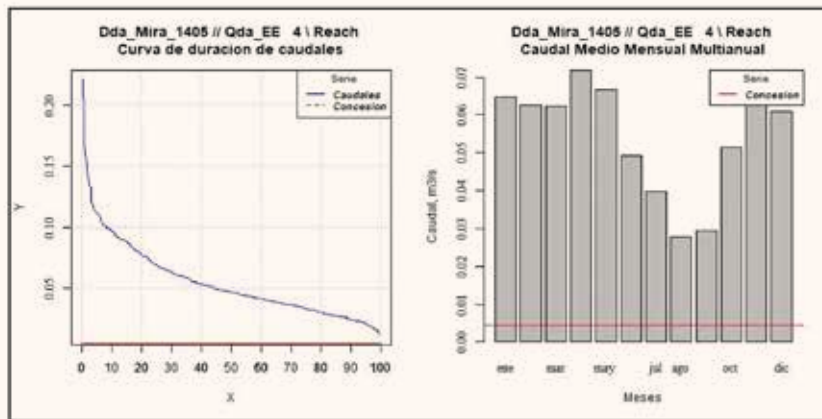


Ancho del cauce: 0.5 m



Profundidad del canal: 0.07 m

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



La concesión de agua pertenece al sector industrial, se ubica sobre uno de los afluentes de la quebrada Miraflores, y se observa que la concesión de agua de 4.5 l/s se encuentra por debajo de la curva de duración de caudales, lo cual implica que los caudales mensuales multianuales permitirían entregar el 100% del tiempo el agua necesaria para la concesión.

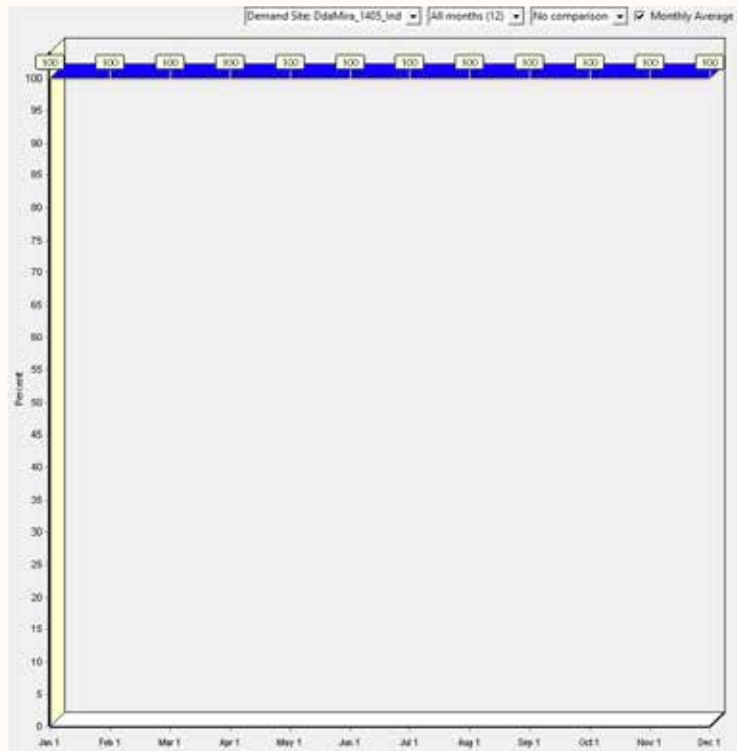


Figura 102. Coberturas medias mensuales multianuales – Mina Armenia

Dadas las condiciones actuales del proyecto, caracterizadas por ser una mina con escasa productividad, lavado con baja frecuencia y ser potencialmente clausurada a corto plazo, se recomienda ratificar la concesión hasta que el proyecto termine su vida útil.

7.1.1.16 Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco

7.1.1.16.1 Captación Quebrada Midoro




USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO								
RAZON SOCIAL	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE CORREGIMIENTO DE OBONUCO			LOCALIZACIÓN				
N° EXPEDIENTE	CSC-046-15							
MUNICIPIO	PASTO							
CORREGIMIENTO O VEREDA	OBONUCO							
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO							
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA							
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora							
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	8.45							
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	14							
COORDENADAS DE CAPTACIÓN							 Ubicación Usuario	
GEOGRÁFICAS								
PLANAS								
W	X	Y	Z					
		972742	623152					
H			3100					
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)								
En planicie			En montaña					
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas			
				X				
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA								
AREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
5	2	04	05	43				
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA								
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso					
			primaria	secundaria	terciaria	trocha		
7.41	0.9	0.15		X		X		
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA								
								
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)								
	Numero de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Numero de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab*dia)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /a)		
	423	NA	150	72	80	0.01		

Tabla 84. Ficha de campo de captación en la quebrada Midoro para Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco

GENERALIDADES DEL USUARIO



Numero de expediente
CSC 046 - 15



Municipio de
Pasto



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
14 l/s



Coordenadas Geográficas (WGS 84)	
X	922742
Y	62352
Z	3900

Año Hidrográfico	Días Hidrográficos	Unidad Hidrográfica	Unidad Hidrográfica	Unidad Hidrográfica
5	2	04	05	43

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 7.94 l/s

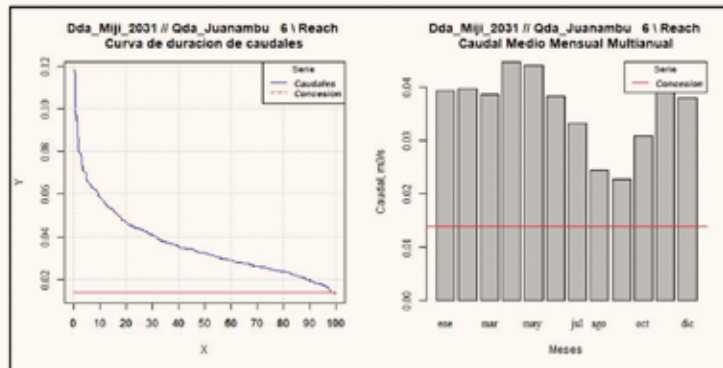


Ancho del cauce: 0.6 m



Profundidad del cauce: 0.15 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Según los resultados del modelo, Obonuco, corregimiento ubicado en el occidente de la ciudad, al parecer no presentaría mayor inconveniente en temas relacionados con su concesión de agua, pues el modelo indica que la quebrada Juanambú presenta niveles de agua que podrían ser suficientes para el caudal concesionado de 14 l/s.

Se observó que existe un conflicto con un usuario que utiliza el agua en la misma corriente hídrica, que podría representar inconveniente en la gestión del uso del agua, se recomienda analizar prioridades de uso pues se verificó que en las otras concesiones otorgadas no representan el grado de importancia de consumo humano requerido por Obonuco.

Concepto Técnico: No modificar la concesión de agua

7.1.1.16.2 Captación Quebrada Juanambú





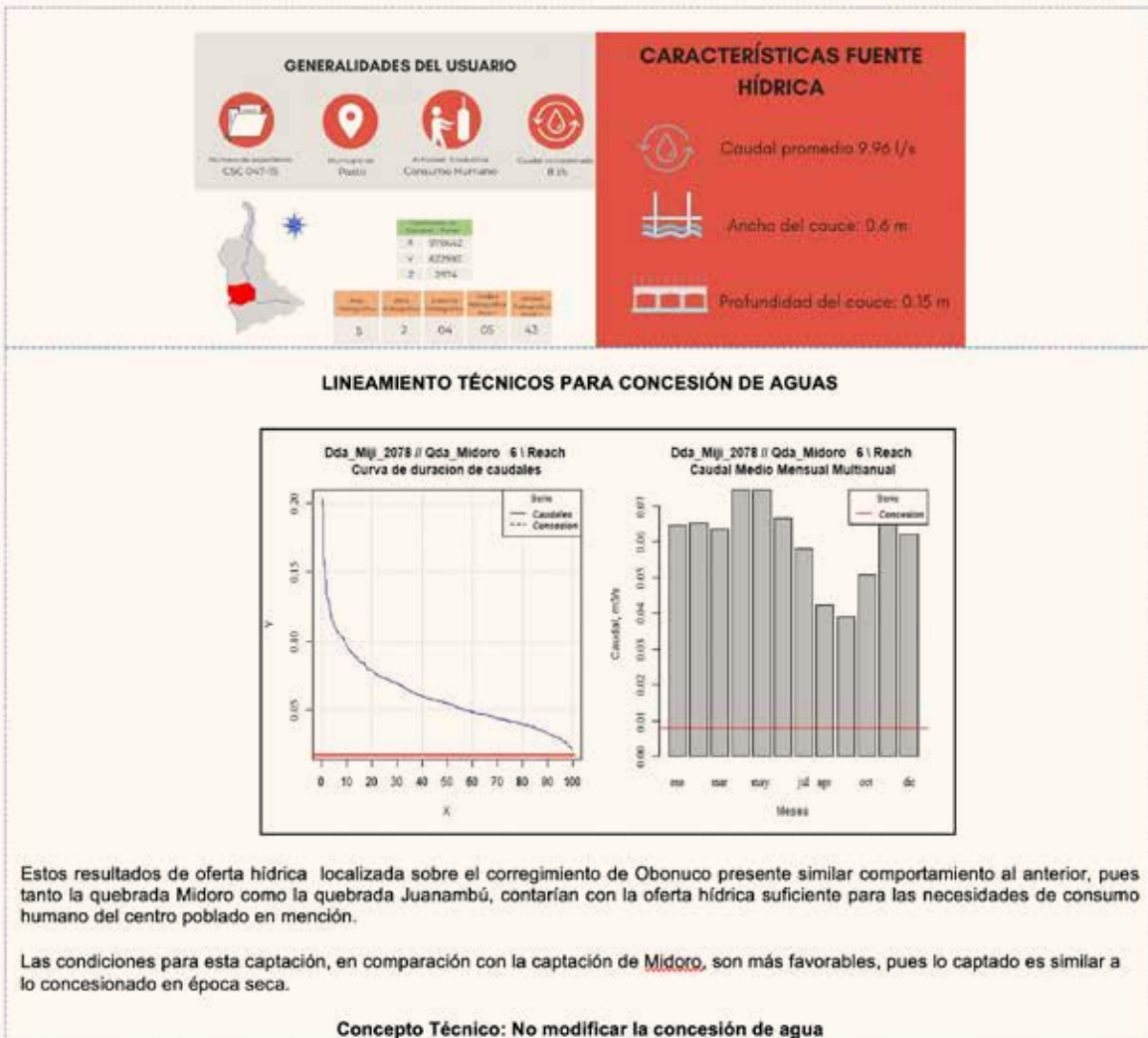
USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZON SOCIAL	ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE CORREGIMIENTO DE OBOBUOCO		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CSC-047-15									
MUNICIPIO	PASTO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	OBOBUOCO									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMESTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 hora									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	8									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	8									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN										
GEOGRÁFICAS							PLANAS			
N	X	972864								
W	Y	622992								
H	Z	2974								
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)										
En planicie			En montaña							
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos.	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
				X						
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA										
AREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II						
5	2	04	05	43						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
9.96	0.6	0.15		X		X				
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
  										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
Sector beneficiario	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /a)				
	948	NA	150	72	80	0.02				

Tabla 85. Ficha de campo de captación en la quebrada Juanambú para Asociación de Usuarios del Servicio de Acueducto y Alcantarillado de Corregimiento de Obonuco



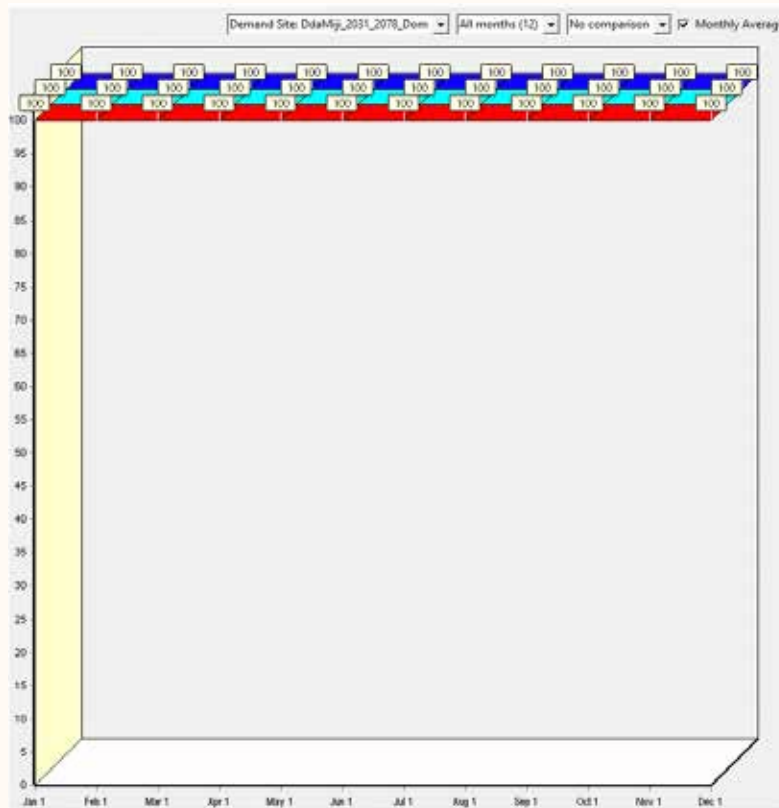


Figura 103. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Obonuco

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)
 Pérdidas: 72%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día
 Pérdidas: 50%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rojo)
 Dotaciones: 135 l.hab/día
 Pérdidas: 72 %
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

La modelación indica que incluso para las condiciones base, el acueducto presentaría una cobertura del 100%. Dados los conflictos por el uso del agua que se pueden presentar con los usuarios ubicados aguas arriba de las captaciones, es preciso que se realice un enfoque gestión de la demanda que involucre programas de reducción de pérdidas. Esto se lograría si se aplican las siguientes condiciones:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.

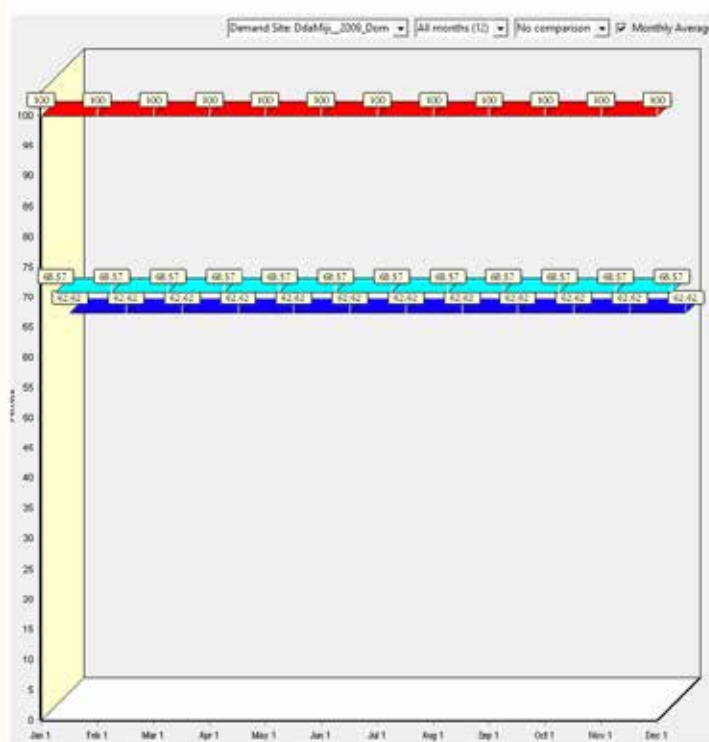


Figura 104. Coberturas medias mensuales multianuales - Junta administradora de acueducto de Anganoy

<p>Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro) Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017) Pérdidas: 72% Tasa de crecimiento poblacional: 0.5% Cumplimiento de Concesión de agua: Si</p>	<p>Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro) Dotaciones: 150 l.hab/día Pérdidas: 50% Tasa de crecimiento poblacional: 0.5% Cumplimiento de Concesión de agua: Si</p>	<p>Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rojo) Dotaciones: 135 l.hab/día Pérdidas: 72 % Tasa de crecimiento poblacional: 0.5% Cumplimiento de Concesión de agua: Si</p>
--	---	--

La modelación indica que bajo las condiciones de referencia el caudal concesionado no es suficiente para atender la demanda. De otra parte, es preciso verificar si el uso del agua en este usuario trasciende el uso doméstico. Al ser el usuario priorizado que se encuentra en la parte alta de la microcuenca Mijitallo, el comportamiento de este usuario en cuanto a respetar los caudales concesionados afectará a todos los usuarios aguas abajo.

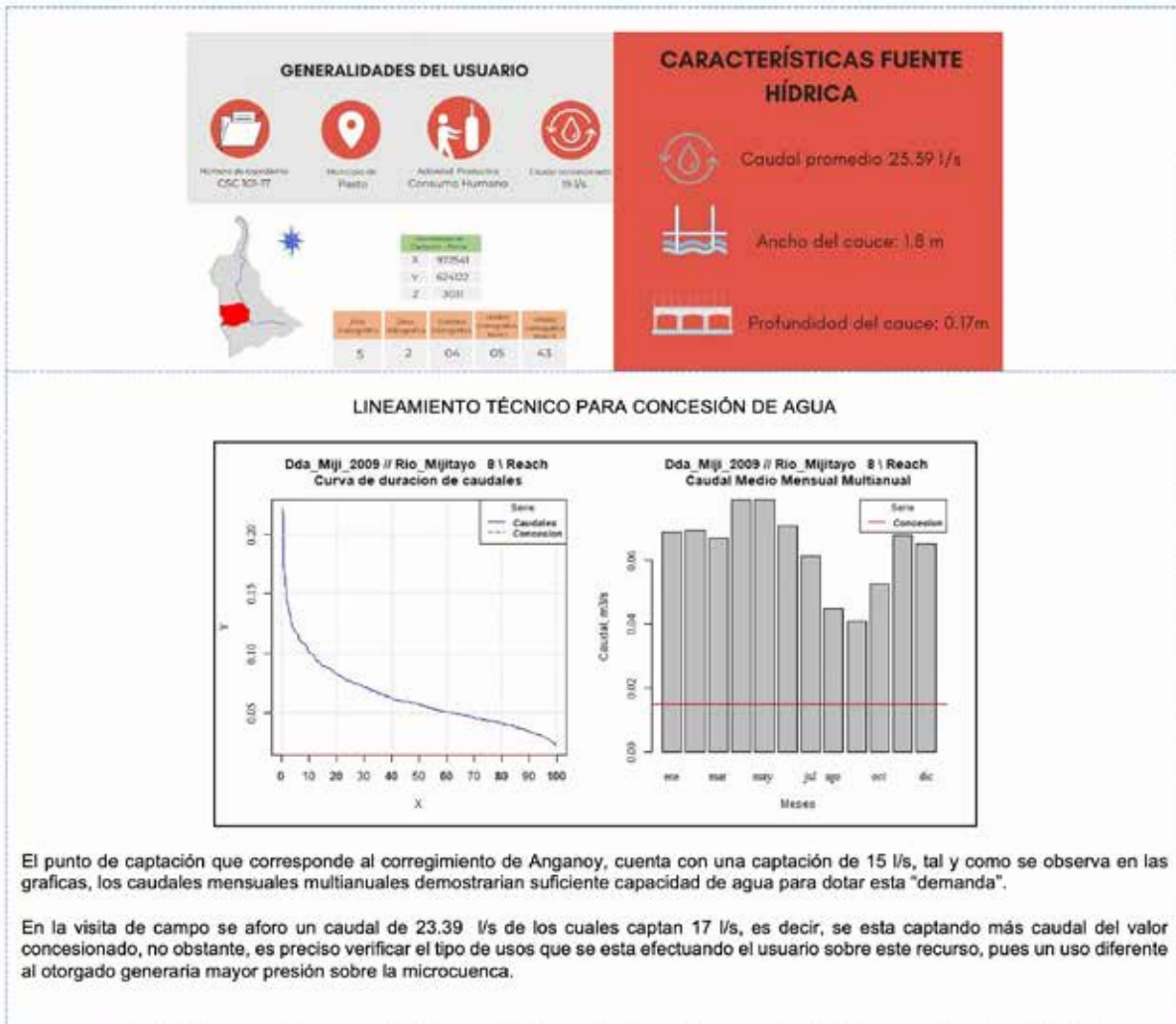
El resultado de la modelación indica que solo una estrategia de reducción de pérdidas permitiría alcanzar las coberturas del 100%, esto se lograría si se aplican las siguientes condiciones:

3. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
4. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.
5. Se debe requerir al usuario una caracterización detallada del número de usuarios en caso de que haya uso agrícola, se debe solicitar detalles del tipo de cultivo y número de Hectáreas beneficiadas.

7.1.1.17 Junta Administradora De Acueducto De Anganoy

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZÓN SOCIAL	FUNTA ADMINISTRADORA DE ACUEDUCTO DE ANGANOY		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CSC-101-17		  Ubicación Usuario							
MUNICIPIO	PASTO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	ANGANOY									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	2 horas									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	7,17									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	15									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN										
GEOGRÁFICAS							PLANAS			
N	X	972541								
W	Y	624122								
H	Z	3031								
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)										
En planicie			En montaña							
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
					X					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA										
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II						
5	2	04	05	43						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio (L/S)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
23,39	1.83	0,07		X		X				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab*dia)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³ /s)				
	1000	NA	150	72	80	0,025				

Tabla 86. Ficha de campo de captación en la quebrada Mijitayo para Junta administradora de acueducto de Anganoy



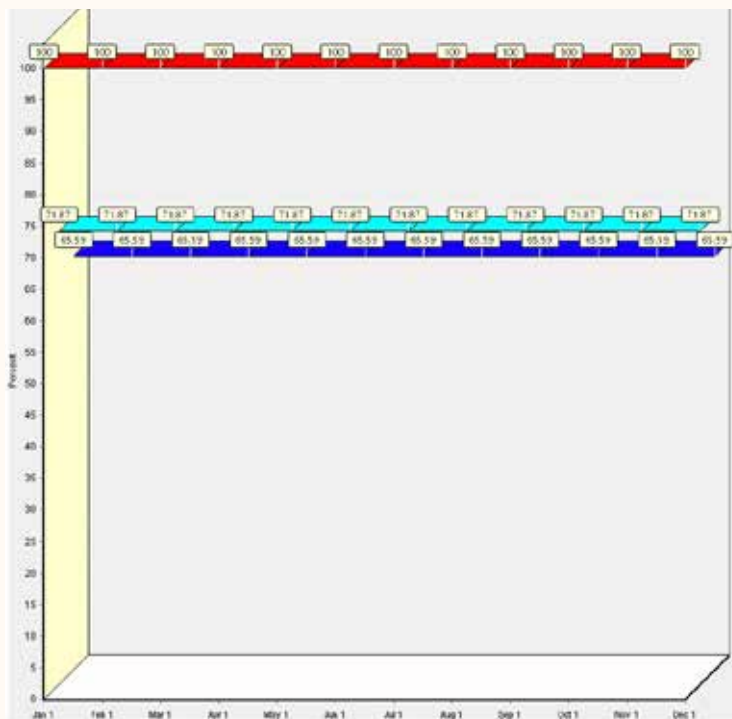


Figura 104. Coberturas medias mensuales multianuales - Junta administradora de acueducto de Anganoy

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)
 Pérdidas: 72%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)
 Dotaciones: 150 l.hab/día
 Pérdidas: 50%
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)
 Dotaciones: 135 l.hab/día
 Pérdidas: 72 %
 Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
 Cumplimiento de Concesión de agua: Si

El usuario en condiciones de referencia solo tendría una cobertura de 65% aproximadamente. Solo una gestión enfocada en la disminución de pérdidas resultaría efectiva para lograr coberturas del 100%. Se recomienda:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.
3. Plan de instrumentación de largo plazo para el punto de mayor concesión de agua, antes y después de la captación.

7.1.1.18 Congregación Del Oratorio De San Felipe Neri







USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO								
RAZON SOCIAL	CONGREGACIÓN DEL ORATORIO DE SAN FELIPE NERI		LOCALIZACIÓN					
N° EXPEDIENTE	CSC-056-10							
MUNICIPIO	PASTO							
CÓRREGIMIENTO O VEREDA	OBONUCO							
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO							
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA							
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	1 Horas 30 Minutos							
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	8.2							
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	7.94							
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						 Ubicación Usuario		
GEOGRÁFICAS								
PLANAS								
N	X	974223						
W	Y	624320						
H	Z	2784						
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)								
En planicie			En montaña					
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas			
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA								
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
CAPTAN DE UN NACIMIENTO DE AGUA								
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA								
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso					
			primaria	secundaria	terciaria	trocha		
				X				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA								
								
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)								
 Se van dotando ríos	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab./día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³/a)		

Tabla 87. Ficha de campo de captación para Congregación del Oratorio San Felipe

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente
CSC 056 - 10




Municipio de
Pasto



Actividad Productiva
Consumo Humano



Caudal concesionado
7.94 l/s



Coordenadas de Captación (WGS)	
X	974223
Y	624320
Z	2784


CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio 7.94 l/s



captación de un nacimiento



captación de un nacimiento

Este punto de captación no fue objeto de modelación hidrológica pues las captaciones provienen de dos nacimientos. Se recomienda ratificar la concesión una vez se solicite al usuario esclarecer el tipo de uso de agua, pues en la visita de campo se evidenció un uso diferente al concesionado, de ser así, el usuario debe informar su sistema productivo, tipo de cultivo, número de hectareas (Ha), y eventualmente se debería modificar el acto administrativo de concesión por el uso de agua realmente efectuado.

7.1.1.19 Junta Administradora del Acueducto de Buesaquillo

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO										
RAZON SOCIAL	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE BUESAQUILLO		LOCALIZACIÓN							
N° EXPEDIENTE	CSC-200-13									
MUNICIPIO	PASTO									
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESAQUILLO									
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	SECTOR DOMÉSTICO									
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA									
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	30 minutos									
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0,67									
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	19									
COORDENADAS DE CAPTACIÓN							 Ubicación Usuario			
GEOGRÁFICAS										
N	X	983062								
W	Y	629875								
H	Z	3030								
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)										
En planicie			En montaña							
Limpio, recto, sin talas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas					
	X									
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA										
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II						
5	2	04	05	66						
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA										
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso							
			primaria	secundaria	terciaria	trocha				
10,37			X	X	X	X				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA										
  										
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)										
 Sin con Monitoreo	Número de Usuarios Beneficiados (4 Habitantes/usuario)	Número de Habitantes Beneficiados	Dotación Neta (l/hab/día)	%perdidas	% de retorno	Demanda hídrica (m³/a)				
	1200	NA	150	72	80	0,03				

Tabla 88. Ficha de campo de captación en la quebrada El Quinche para Acueducto de Buesaquillo

GENERALIDADES DEL USUARIO



Número de expediente:
CSC 200-13



Municipio de:
PASTO



Actividad: Productiva
Consumo Humano



Caudal consumido:
19 l/s



Coordenadas:
X: 983062
Y: 629875
Z: 3050

Año	Edad	Categoría	Grupos	Usuarios
5	2	04	05	66

CARACTERÍSTICAS FUENTE HÍDRICA



Caudal promedio: 10.37 l/s

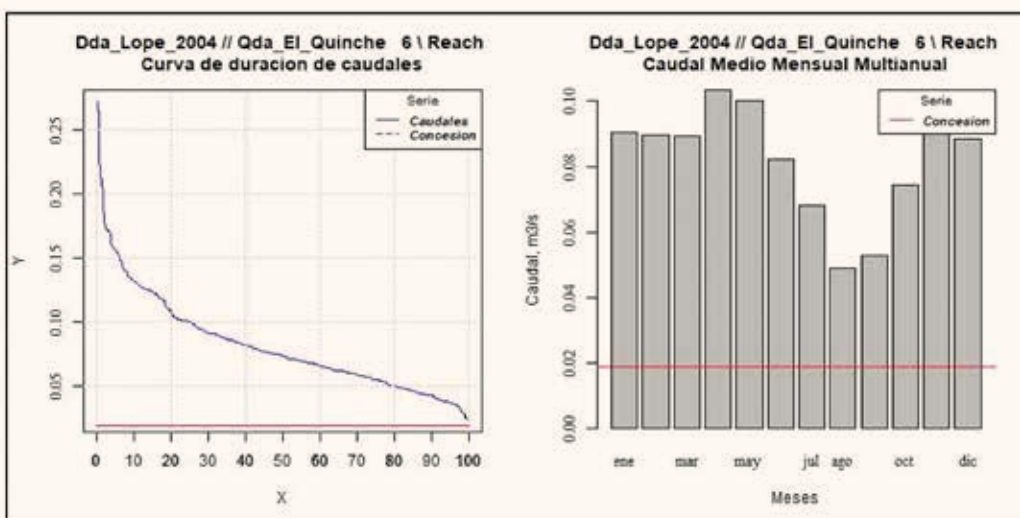


Ancho del cauce: 2m



Profundidad del canal: 0.1 m

LINEAMIENTO TÉCNICOS PARA CONCESIÓN DE AGUAS



Según los resultados del modelo, esta captación localizada en la zona alta de la microcuenca el Quinche, se observa que la oferta hídrica contaría con suficiente agua para suplir los 19 l/s que requiere el centro poblado del corregimiento de Buesaquillo.

No obstante, en la visita de inspección que coincidió con época seca, se evidenció en la fuente valores inferiores al caudal requerido de 9 l/s. En este punto se estaba captando la totalidad de agua que la corriente llevaba.

Considerando lo anterior se debería ratificar la concesión de agua, y no considerar un aumento de esta, afectaría considerablemente las demandas de los usuarios aguas abajo

Concepto Técnico: Ratificar la Concesión de Agua

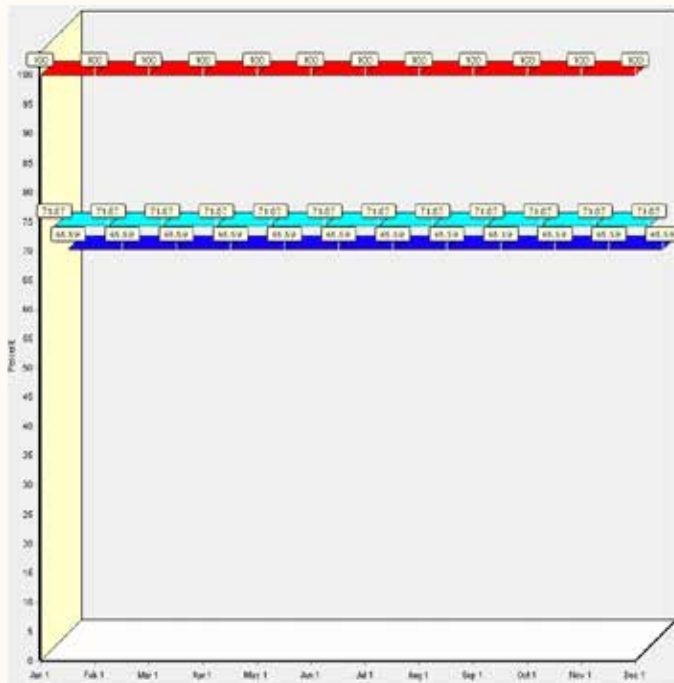


Figura 105. Coberturas medias mensuales multianuales – Acueducto Buesaquillo

Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)	Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)	Condiciones Escenario de Disminución de consumos (Rosado)
Dotaciones: 150 l.hab/día* (Res 0330/2017)	Dotaciones: 150 l.hab/día	Dotaciones: 135 l.hab/día
Perdidas: 72%	Perdidas: 50%	Perdidas: 72 %
Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%	Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%	Tasa de crecimiento poblacional: 0.5%
Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si	Cumplimiento de Concesión de agua: Si

El usuario en condiciones de referencia solo tendría una cobertura de 65% aproximadamente. Solo una gestión enfocada en la disminución de pérdidas resultaría efectiva para lograr coberturas del 100%. Se recomienda:

1. Programa de disminución de pérdidas y agua no contabilizada con metas y cronograma específicas.
2. Reportes semestrales a CORPONARIÑO de macromedición antes del punto de captación que permitan aproximar el caudal de agua captada.
3. Plan de instrumentación de largo plazo para el punto de mayor concesión de agua, antes y después de la captación.

7.1.1.20 Asociación De Usuarios Del Distrito De Adecuación De Tierras De Pequeña Escala Agua De Riego.

7.1.1.20.1“ASO - FUENTES SAN FRANCISCO- ALIANZA” – Quebrada El Quinche.

USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO							
RAZON SOCIAL	ASOCIACION DE USUARIOS DEL DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE PEQUEÑA A ESCALA AGUA DE RIEGO "ASO - FUENTES SAN FRANCISCO-ALIANZA"			LOCALIZACIÓN			
N° EXPEDIENTE	CSC-091-13						
MUNICIPIO	PASTO						
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESQUILLO						
ACTIVIDAD PRODUCTIVA	AGRÍCOLA						
PERMISOS AMBIENTALES	CONCESIÓN DE AGUA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO	40 minutos						
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)	0.5						
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)	50						
COORDENADAS DE CAPTACIÓN							
GEOGRÁFICAS			PLANAS				
N	X		982569				
W	Y		629700				
H	Z						
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANING)							
En pendiente			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
	X						
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBDENA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	66			
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA							
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	trocha	
20.6	0.76	0.15			X		
				X	X		
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA							
							
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)							
Sector Agrícola	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Pérdidas	captación (l/s)		
	350 (300 Ha de cebolla, 50 Ha de hortalizas)				13.94		

Tabla 89. Ficha de campo de captación para ASP - Fuentes San Francisco Alianza

7.1.1.20.2 ASOFUENTES QUEBRADA EL TEJAR


USUARIOS PRIORIZADOS CUENCA RÍO PASTO						
RAZÓN SOCIAL		ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA AGUA DE RIEGO ASOFUENTES		LOCALIZACIÓN		
N° EXPEDIENTE		CSC-138-17				
MUNICIPIO		PASTO				
CORREGIMIENTO O VEREDA		BUESQUILLO				
ACTIVIDAD PRODUCTIVA		AGROPECUARIO				
PERMISOS AMBIENTALES		CONCESIÓN DE AGUA				
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASO URBANO DE PASTO		35 minutos				
DISTANCIA A ESTACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA CERCANA (Km)		5.07				
CAUDAL CONCESIONADO (L/S)		8				
COORDENADAS DE CAPTACIÓN						
GEOGRÁFICAS			PLANAS			
N		X	982953			
W		Y	628191			
H		Z				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING)						
En planicie		En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
	X					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	64		
CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE HÍDRICA						
Caudal Promedio	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso:			
			primaria	secundaria	terciaria	trocha
2.9	0.52	0.12		X	X	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRAULICA						
						
RESULTADOS DE DEMANDA HÍDRICA (aplica para usuarios Priorizados)						
	Área beneficiada (Ha)	tipo de cultivo	KC	% Pérdidas	caudal captado (l/s)	
	55 (40 Ha de cebolla y 15 Ha de hortalizas)	cebolla-papa-hortalizas			2.6	

Tabla 90. Ficha de campo de captación en la quebrada El Tejar para Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Agua de Riego ASOFUENTES

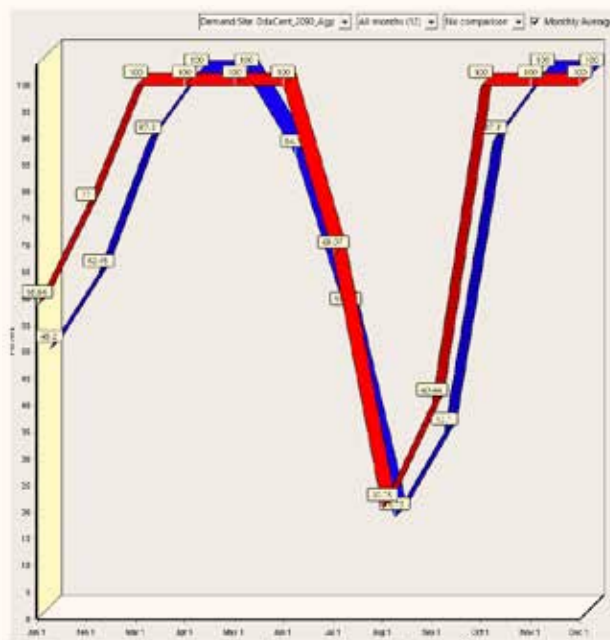


Figura 106. Coberturas medias mensuales multianuales – Áreas de riego ASOFUENTES

Este usuario presenta la misma razón social con 2 captaciones, una en la quebrada el Quinche que se asocia al riego de 350 hectáreas, y otra en la quebrada el Tejar El Tejar que favorece el riego de 55 Ha de cultivo.

<p>Condiciones Escenario de Referencia (azul oscuro)</p> <p>Dotaciones: 4539 m³/ha año – Cebolla 3246 m³/ha año - Hortalizas Perdidas: 45% Cumplimiento de Concesión de agua: Si</p>	<p>Condiciones Escenario de Disminución de Pérdidas (azul claro)</p> <p>Dotaciones: 4539 m³/ha año – Cebolla 3246 m³/ha año - Hortalizas Perdidas: 30% Cumplimiento de Concesión de agua: Si</p>
--	--

La actividad agrícola demanda tal cantidad de agua, que aun con un disminución de pérdidas no se alcanza en los meses críticos a tener coberturas del 100%. La modelación indica que la situación se hace crítica en los meses secos, con mayor impacto en agosto y septiembre.

La ratificación de la concesión debe condicionarse a la presentación de:

3. Informe con descripción detallada del sistema de riego que incluya áreas, tipos de cultivo, sistemas de riego.
4. Plan de mediano plazo que incluya acciones de uso eficiente del agua.

Blanco, M. C. M. C., & Castro, A. B. S. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure investigación*, 27(4).

CORPONARIÑO (2011) Plan de Ordenamiento de Recurso Hídrico Río Pasto.

CORPONARÑO 2019, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Río Juanambú, Documento de la Fase Diagnóstico, 17

ENA 2010. Franco, O., García, M., Vargas, O., González, M., & Jaramillo, O. (2010). Estudio nacional del agua.

Escobar, M., & Vicuña, S. (2009). Guía metodológico: modelación hidrológica y de recursos hídricos con el modelo WEAP. A joint publication of Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile and Stockholm Environment Institute.

ICA 2017, Censo Pecuario Nacional 2017, recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx>

IDEAM 2010, Estudio Nacional del Agua 2010, Capítulo 5.

IDEAM 2010, Indicadores Hídricos, recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1>

IDEAM 2013. Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C.,

IDEAM 2013, Rangos y Categorías del Índice de Retención y Regulación Hídrica 2013.

IDEAM 2014, Estudio Nacional del Agua 2014.

IDEAM. 2014. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE DATOS ABIERTOS DEL IDEAM. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/capas-geoIDSN>, 2018 -

IDSN 2018, Informe de Gestión Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua 2018.

A., Walker, W. E., Bloemen, P. J., & Popper, S. W. (2019). Decision making under deep uncertainty. Springer. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-05252-2> doi, 10, 978-3.

Ministerio de Comercio 2020, Información: Perfiles Económicos Departamentales 2021.

Ministerio de Vivienda 2017, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2017, Título A, A.9

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 2018, Coberturas de Servicios Públicos en Municipios de Colombia 2018

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885-900.

Lempert, R. J., Schlesinger, M. E., Bankes, S. C., & Andronova, N. G. (2000). The impact of variability on near-term climate-change policy choices. *Climatic Change*, 45(1), 129-161.

Lempert, R. J., & Groves, D. G. (2010). Identifying and evaluating robust adaptive policy responses to climate change for water management agencies in the American west. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(6), 960-974.

Ley 617 de 2000, Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 6 de octubre de 2000

Lienert, J., Schnetzer, F., & Ingold, K. (2013). Stakeholder analysis combined with social network analysis provides fine-grained insights into water infrastructure planning processes. *Journal of environmental management*, 125, 134-148.

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.

PDA 2011, Diagnóstico Institucional Y Técnico de la Prestación de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Buesaco – Nariño 2011.

PDA 2011, Diagnóstico Institucional Y Técnico de la Prestación de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Nariño – Nariño 2011.

PDA 2011, Diagnóstico Institucional Y Técnico de la Prestación de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Chachagüí – Nariño 2011.

Sieber, J., & Purkey, D. (2007). Water evaluation and planning system user guide for weap21. Stockholm Environment Institute, US Center.

Rathwell, K. J., & Peterson, G. D. (2012). Connecting social networks with ecosystem services for watershed governance: a social-ecological network perspective highlights the critical role of bridging organizations. *Ecology and Society*, 17(2).

Resolución 0337 de 1978. Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras.

Bogotá, Colombia, 4 de abril de 1978resolución 112-2316 del 21 de junio de 2012

Resolución 0330 de 2017, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Bogotá, Colombia, 8 de junio de 2017

Resolución 112-2316 del 21 de junio de 2012. Recuperado de: http://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/Formatos/Recurso-Agua/Resolucion_112-2316_del_21_Junio_2012.pdf

Reyes Trujillo, A., Barroso, F. U., & Carvajal Escobar, Y. (2010). Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas. Programa Editorial UNIVALLE.

Ruzol, C., Banzon-Cabanilla, D., Ancog, R., & Peralta, E. (2017). Understanding water pollution management: Evidence and insights from incorporating cultural theory in social network analysis. *Global Environmental Change*, 45, 183-193.

Valencia-Quintero, J., Forni, L., Castaño, J. M., Purkey, D., Escobar, M., Sabas, C. A., ... & Jaramillo, M. F. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA XLRM PARA LA DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE MODELACIÓN EN WEAP: UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE CAMBIO CLIMÁTICO. AGUA 2013. Conferencia Internacional El riesgo en la gestión del agua. Cali. Octubre 2014.

Ward, A. D., & Trimble, S. W. (2003). *Environmental hydrology*. Crc Press.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*.

9.1 Entrevista semiestructurada

En este anexo se presenta el formato de preguntas desarrollado.

9.2 Talleres presentación metodología XLRM

En este anexo se presentan las actas de los talleres realizados con:

- CORPONARIÑO
- EMPOPASTO
- EMPOCHACHAGUI
- CORSEN

9.3 Morfometría

En este anexo se presentan todos los cálculos realizados sobre las características de forma de la cuenca, y la caracterización de la red de drenaje.

9.4 Estaciones IDEAM consideradas en este estudio

En el anexo se archivó original en formato txt con toda la información suministrada por IDEAM, y se incluye además una tabla de excel con los códigos, nombres, ubicación, altitud y descripción de las variables hidrológicas y/o climáticas que registra cada estación.

Base de datos IDEAM – Archivo - 20169910065862.txt

Base de datos estaciones escogidas - PARAMETROS MEDIDOS POR ESTACION COMO BD.csv

9.5 Bases de datos imputadas

Se incluyen las bases de datos imputadas para las variables precipitación, temperatura y humedad relativa. Los archivos de estas bases de datos son:

Precipitación

Base de datos diaria - BD_Dia_P_Rio_Pasto.csv

Base de datos mensual - BD_Mes_P_Rio_Pasto.csv

Base de datos anual - BD_Año_P_Rio_Pasto.csv

Base de datos promedio mensual multianual - BD_Mes_Multianual_P_Rio_Pasto.csv

Temperatura Media

Base de datos diaria - BD_Dia_TM_Rio_Pasto.csv

Base de datos mensual - BD_Mes_TM_Rio_Pasto.csv

Base de datos anual - BD_Año_TM_Rio_Pasto.csv

Base de datos promedio mensual multianual - BD_Mes_Multianual_TM_Rio_Pasto.csv

Humedad Relativa

Base de datos diaria - BD_Dia_HR_Rio_Pasto.csv

Base de datos mensual - BD_Mes_HR_Rio_Pasto.csv

Base de datos anual - BD_Año_HR_Rio_Pasto.csv

Base de datos promedio mensual multianual - BD_Mes_Multianual_HR_Rio_Pasto

9.6 Análisis Estadístico gráfico información climática

Este anexo digital incluye la información estadística gráfica para cada estación y cada parámetro utilizado (precipitación, temperatura media y humedad relativa).

9.7 Parámetros de calibración.

Este anexo corresponde a un archivo con el nombre Parámetros de calibración modelo WEAP.csv. Esta contiene los datos usados para cada una de las zonas de calibración referidas en este documento al describir el proceso de calibración y validación del modelo.

9.8 Video tutorial para la generación de escenarios.

Este video con el nombre Tutorial_Escenarios_Cuenca_Pasto.mp4 muestra la forma de usar el modelo para explorar los resultados bajo diferentes condiciones de incertidumbre y estrategias de gestión.

9.9 Modelos WEAP

Se cargan los modelos desarrollados en WEAP:

Rio_Pasto_Reglamentacion_MMA_FINAL.WEAP

Una vez cargados los modelos se crea una carpeta denominada WEAP Areas, en esta aparece el nombre de los modelos creados y las carpetas respectivas con la información usada y/o algunos resultados del modelo Rio_Pasto_Reglamentacion_Calibracion

- Calibración
- Clima
- Ecologico
- Oferta

- Riego
- Shapes

Rio_Pasto_Reglamentacion_MMA_FINAL

- Calibración
- Clima
- Ecológico
- Oferta
- Riego
- Script
- Shapes
- Tableau

En la carpeta script se puede encontrar la hoja de Excel desde la que se puede buscar el script de automatización escrito en Visual Basic, previa activación en excel de la pestaña programador.