

*ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO
DE LA CORRIENTE DEL RÍO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA,
EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA*



FUNDISPROS



ENTIDADES PARTICIPANTES



**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL
ALTO MAGDALENA- CAM**

CARLOS ALBERTO CUELLAR MEDINA

Director

JUAN CARLOS ORTIZ

Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental

CARLOS ALBERTO VARGAS MUÑOZ

Interventor contrato No. 0260 de 2014



**FUNDACIÓN DESARROLLO DE LAS
INGENIERIAS Y CIENCIAS DE LA SALUD PARA
LA PROYECCIÓN SOCIAL – FUNDISPROS**

OSCAR EDUARDO GUTIERREZ OLAYA

Director Ejecutivo – Representante Legal

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO

Asesor Convenio

EQUIPO DE TRABAJO

OSCAR EDUARDO GUTIERREZ PERDOMO
Director Ejecutivo – Representante Legal FUNDISPROS

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Asesor general todas las áreas y coordinador general del proyecto

MICHEL ALEXANDER CIFUENTES GUIO
Profesional de Apoyo en Cartografía y SIG

GABRIELA VARGAS TAMAYO
Aux. Cartografía y SIG

MIGUEL ANGEL VALENZUELA MAHECHA
Profesional de apoyo Hidrología

KAROL LORENA MÉNDEZ CASTRO
Profesional de apoyo Hidrología

ANGELA FERNANDA RAMOS
Profesional de apoyo Hidrología

LUISA FERNANDA SOLORZANO GALINDO
Auxiliar en el área Ambiental y Calidad de aguas

MARISELA ROGELES
Auxiliar en todas las áreas

ANDRES FERNANDO CIFUENTES

JOSE MIGUEL FERNANDEZ

PABLO ANDRES SALAZAR

JONNY MAURICIO GUTIERREZ MARROQUIN

SILVIA PATRICIA CANO PERDOMO

GUSTAVO ADOLFO DELGADO BARALT

JUAN ROJAS MUÑOZ

JAIME MOSQUERA ANACONA

Profesionales de apoyo en campo

TABLA DE CONTENIDO

1. ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO: USOS	14
1.1. DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO	14
1.2. VALIDACIÓN Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACION EXISTENTE	14
DIAGNOSTICO	15
1.3. LOCALIZACIÓN DE USUARIOS, CAUCE PRINCIPAL DEL RIO, CONDUCCIONES PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y OBRAS HIDRÁULICAS	15
1.3.1. Georreferenciación con GPS del cauce principal del rio	15
1.3.2. Georreferenciación con GPS de conducciones, derivaciones subderivaciones, ramificaciones.	15
1.3.3. Levantamiento con GPS de comprobación y actualización de áreas de terreno y áreas cultivadas, para los predios que hacen uso de la corriente Rio Ceibas; actualización del estado jurídico	16
1.4. IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS	16
1.4.1. Censo de usuarios, entrega y diligenciamiento de formatos de encuestas: usos	17
1.5. CLIMATOLOGÍA Y REQUERIMIENTOS HÍDRICOS	24
1.5.1. Ubicación de estaciones meteorológicas de utilidad	24
1.5.2. Análisis de parámetros climáticos.....	25
1.5.3. Estudios de precipitaciones	31
1.5.4. Evapotranspiración potencial.....	34
1.5.5. Demandas hídricas totales	36
1.6. HIDROLOGÍA.....	37
1.6.1. Caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca	37
1.6.2. Estimación de caudales.....	38
1.6.3. Campaña de aforos puntuales.....	40
1.6.4. Oferta hídrica neta o caudal base de reparto.....	40
1.6.5. Índice de escasez.....	41
1.7. AGROLOGÍA.....	41
1.7.1. Agrología y uso actual del suelo	41
1.7.1.1. Clasificación identificación de suelos de la zona de parcelación y ubicación de calicatas	41
1.7.1.1.1. Identificación de las unidades cartográficas de suelos de la zona.....	42
1.7.1.1.2. Identificación y marcación de calicatas en plano de serie de suelos .	42
1.7.1.2. Estudio y descripción de perfiles.....	42
1.7.1.2.1. Visita a campo descripción de perfiles en las calicatas	42
1.7.1.3. Estudio de las propiedades hidrofísicas en el suelo	49
1.7.1.3.1. Clasificación del contenido de elementos mayores y menores en los suelos pH %M.O, C.I.C relación C/N y saturación de bases.....	52
1.7.1.3.2. Realización de planes de fertilización para los cultivos proyectados .	53
1.7.1.4. Estudio de la caracterización agrologica	62
1.7.1.4.1. Realización de la clasificación taxonómica de suelos del área del proyecto	62
1.7.1.4.2. Clasificación de las tierras por su capacidad agrologica	67
1.7.1.4.3. Uso actual del suelo área del proyecto	69
1.7.1.4.4. Reglamentacion de uso y manejo del suelo	70

1.7.1.4.5. Realización de la clasificación de tierras con fines de riego y drenaje	73
1.7.1.5. Selección de cultivos de acuerdo a las propiedades físico químicas del suelo y condiciones ambientales del área del proyecto	75
1.7.1.5.1. Establecimiento de la compatibilidad de los cultivos propuestos con las condiciones del suelo	75
2. ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO: VERTIMIENTOS	76
2.1. LOCALIZACIÓN DE VERTIMIENTOS PUNTUALES	76
2.1.1. Georreferenciación de vertimientos directos a lo largo del cauce principal del río	76
2.1.2. Georreferenciación con GPS de los canales y conducciones de aguas residuales	77
2.1.3. Georreferenciación con GPS de obras hidráulicas de vertimientos sobre el cauce principal y sobre las conducciones de aguas residuales	77
2.2. IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS	77
2.2.1. Censo de predios – usuarios que vierten AR	77
2.3. ZONIFICACIÓN	78
3. CALIDAD DE AGUA	79
3.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA	79
3.1.1. Localización de Sitios de Monitoreo de Calidad de Agua – Red de monitoreo de la calidad del agua	106
3.1.2. Determinación de Parámetros “In-Situ”	107
3.1.3. Determinación de Parámetros en Laboratorio	109
3.1.4. Análisis de Resultados Físico. Químico y Bacteriológico-Línea Base de Calidad de Agua	111
3.1.4.1. Análisis de Acuerdo al Contenido de sales solubles	114
3.1.4.1.1. Conductividad Eléctrica	114
3.1.4.1.2. Salinidad Efectiva	114
3.1.4.1.3. Salinidad potencial	114
3.1.4.2. Análisis de acuerdo al efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo	114
3.1.4.2.1. Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	115
3.1.4.2.2. Porcentaje de sodio intercambiable	115
3.1.4.2.3. Carbonato de sodio residual (CSR)	115
3.1.4.2.4. Porcentaje de sodio posible	115
3.1.4.3. Análisis de acuerdo al contenido de Elementos Tóxicos para las plantas	116
3.1.4.3.1. Contenido de Boro	116
3.1.4.3.2. Contenido de Cloruros	116
3.1.4.4. Análisis de acuerdo a otros criterios	117
3.1.4.4.1. Índice de Magnesio (Img)	117
3.1.4.4.2. Porcentaje de Cloruros (CIP)	117
3.1.5. Determinación de Índices de Contaminación	117
3.1.5.1. Índice de Contaminación por Materia Orgánica “ICOMO”	117
3.1.5.2. Índice de Contaminación de Sólidos Suspendidos (ICOSUS)	118
3.1.5.3. Índice de Contaminación por Fosforo Total (ICOTRO)	118
3.1.5.4. Clasificación de los Índices de Contaminación (ICO)	119
3.1.6. Determinación del Índice de Calidad de Agua – ICA	119

3.1.6.1.	Índice de Calidad de Agua (ICA-Nfs)	119
3.2.	ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICO	122
3.3.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	130
3.3.1.	Modelación de la Calidad del Agua – Software “QUAL 2Kw”	130
3.3.1.1.	Planteamiento de Escenarios	130
3.3.1.2.	Resultados y Análisis.....	131
3.4.	CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS	134
3.5.	DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	138
3.5.1.	Usos actuales y potenciales del Río Las Ceibas	138
3.5.1.1.	Usos actuales	138
3.5.1.2.	Usos potenciales	138
3.5.2.	Definición de objetivos de calidad del recurso hídrico (corto, mediano y largo plazo) 140	
3.5.3.	Riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico 144	
3.5.3.1.	Riesgo Asociado a la Reducción de Oferta.....	145
3.5.3.2.	Riesgo Asociado a la Disponibilidad	146
3.5.4.	Usos a asignar	146
3.5.5.	Definición de criterios de calidad por usos.....	147
3.5.6.	Determinación de los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades varias	148
3.5.7.	Metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes (Decreto 2667 de 2012) 148	
3.6.	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL RECURSO HÍDRICO ..	151
3.6.1.	Aspectos generales para el programa de seguimiento y monitoreo.....	151
3.6.2.	Objetivos de programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico	151
3.6.3.	Duración de las campañas de monitoreo.....	152
3.6.4.	Frecuencia de muestreo	152
3.6.5.	Tipos de Muestras	152
3.6.6.	Parámetros a monitorear	153
3.6.7.	Cronograma de seguimiento al recurso hídrico del Río Las Ceibas.....	154
4.	ASPECTOS AMBIENTALES.....	155
4.1.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	155
4.1.1.	Antecedentes existentes de la situación ambiental de la cuenca.....	155
4.2.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	167
4.2.1.	Caracterización ambiental de la cuenca	167
4.2.1.1.	Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	167
4.2.1.2.	Zonas de Amenazas	170
4.2.2.	Unidades de Zonificación Ambiental.....	171
5.	CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA	173
5.1.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	174
5.1.1.	Estructuración de directorios	174
5.1.2.	Diseño de la base de datos	174
5.1.3.	Unidad mínima de mapeo.....	175
5.1.4.	Elaboración de planos cartográficos	175
5.1.5.	Elaboración de planos cartográficos	176
	CONCLUSIONES	176
	BIBLIOGRAFIA.....	184

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características constructivas de las conducciones georreferenciadas	15
Tabla 2. Obras hidráulicas evaluadas.....	16
Tabla 3. Descripción de usos por predios localizados e identificados en el proceso de reglamentación del cauce hídrico	23
Tabla 4. Estaciones seleccionadas para la caracterización climatológica de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas.....	24
Tabla 5. Estaciones Red de Monitoreo Hidrometeorológico de Alerta y Alarma Automatizada en la Cuenca del Río Las Ceibas (RIMAC).....	24
Tabla 6. Compendio de información meteorológica.....	25
Tabla 7. Distribución Mensual de Precipitación de las Estaciones Útiles.	25
Tabla 8. Registros de temperatura media, máxima y mínima mensual multianual de las estaciones Palacio Vega Larga y Aeropuerto Benito Salas.	26
Tabla 9. Registros de humedad relativa media mensual multianual de la estación Aeropuerto Benito Salas y Palacio Vegalarga.	28
Tabla 10. Registros de nubosidad media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.	29
Tabla 11. Registros de brillo solar decadal multianual de la estación Palacio Vegalarga.	30
Tabla 12. Registros de Evaporación media mensual multianual de la estación Palacio Vegalarga.....	31
Tabla 13. Evapotranspiración potencial estación Aeropuerto Benito Salas	34
Tabla 14. Evapotranspiración potencial estación Palacio Vegalarga.....	35
Tabla 15. Demanda hídrica en el río Las Ceibas.....	36
Tabla 16. Características fisiográficas y morfométricas de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas y de las zonas delimitadas para su análisis.....	38
Tabla 17. Caudales máximos estimados a partir del hidrograma unitario del SCS para la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas.....	39
Tabla 18. Caudales mínimos mensuales multianuales estimados para cada zona de estudio	39
Tabla 19. Caudales medios mensuales multianuales estimados en cada una de las zonas de estudio.....	39
Tabla 20. Aforos puntuales realizados en la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas	40
Tabla 21. Oferta hídrica total y neta para cada zona de estudio en el río Las Ceibas	41
Tabla 22. Índice de escasez en el río Las Ceibas.....	41
Tabla 23. Unidades cartográficas del río las ceibas.....	42
Tabla 24. Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo de suelo Rio Las Ceibas, Neiva-Huila	42

Tabla 25. Propiedades físicas de las unidades cartográficas, Río las Ceibas – Neiva - Huila	51
Tabla 26. Propiedades químicas unidades cartográficas, Río las Ceibas, Neiva - Huila.....	52
Tabla 27. Contenidos de M.O, C.O., Nitrógeno total, nitrógeno.....	53
Tabla 28. Saturación de bases en los seis perfiles estudiados.....	53
Tabla 29. Relaciones catiónicas para los seis perfiles estudiados.....	53
Tabla 30. Niveles de extracción de nutrientes para los cultivos proyectados	54
Tabla 31. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa	54
Tabla 32. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3	55
Tabla 33. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3	55
Tabla 34. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAf2	56
Tabla 35. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa	57
Tabla 36. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3.....	57
Tabla 37. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3	58
Tabla 38. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXAa	58
Tabla 39. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd	59
Tabla 40. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd	59
Tabla 41. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa	59
Tabla 42. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3	60
Tabla 43. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3.....	60
Tabla 44. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXAa	61
Tabla 45. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd	61
Tabla 46. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAf2	62
Tabla 47. Clases agrologicas del área de estudio, Rio Las Ceibas, Neiva-Huila...	68
Tabla 48. Cobertura - uso actual del suelo	70
Tabla 49. Reglamentacion de uso y manejo del suelo.....	72
Tabla 50. Condiciones de las unidades cartográficas de suelo	75
Tabla 51. Inventario total de obras hidráulicas de vertimientos	77
Tabla 52. Grupos establecidos para la clasificación de vertimientos	78
Tabla 53. Descripción de zonas establecidas	79
Tabla 54. Listado de Estudios de Calidad de Agua sobre el Río Las Ceibas	80
Tabla 55. Consolidado de Características de Calidad de Agua Plantas del Acueducto de E.P.N del año 2.005.....	80
Tabla 56. Consolidado de Características de Calidad de Agua en las Plantas del Acueducto de E.P.N del año 2.006	81
Tabla 57. Unidades de Coliformes Totales y Escherichia Coli en la Estación Antigua y El Guayabo, 2005 y 2006.....	82
Tabla 58. Parámetros In Situ para los Monitoreo años 2008 – 2009	83
Tabla 59. Parámetros medidos en laboratorio para los Monitoreos 2008 - 2009...	83
Tabla 60. Ubicación en coordenadas planas y geográficas de los puntos de muestreo de la Cuenca del Río Las Ceibas.....	85
Tabla 61. Parámetros In situ y Laboratorio en la Quebrada La Plata	86
Tabla 62. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada La Plata	86
Tabla 63. Parámetros In Situ y Laboratorio de la Q. Motilón	87

Tabla 64. Clasificación del agua en términos de Dureza, Q. Motilón.....	87
Tabla 65. Parámetros In Situ y Laboratorio de la Q. Santa Helena	88
Tabla 66. Clasificación del agua en términos de Dureza, Q. Santa Helena.....	88
Tabla 67. Parámetros In Situ y Laboratorio, Acueducto El Guayabo	89
Tabla 68. Clasificación del agua en términos de Dureza, Acueducto El Guayabo	89
Tabla 69. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada Los Micos.....	90
Tabla 70. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada Los Micos	90
Tabla 71. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada San Bartolo	91
Tabla 72. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada San Bartolo .	91
Tabla 73. Parámetros In Situ y Laboratorio, Finca Villa Saldaña, vereda El Vergel	91
Tabla 74. Clasificación del agua en términos de Dureza, Finca Villa Saldaña, vereda El Vergel	92
Tabla 75. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada La Jabonera.....	92
Tabla 76. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada La Jabonera	92
Tabla 77. Rangos de los Índices de Contaminación del Agua	100
Tabla 78. Rango de los Índices de Contaminación Tráfico.....	100
Tabla 79. ICOTRO AÑO 2011	100
Tabla 80. ICOTRO AÑO 2010	101
Tabla 81. Ubicación Sitios de Muestreo.....	102
Tabla 82. Parámetros de Campo y Laboratorio – Río Las Ceibas evaluados en 2012	103
Tabla 83. Clasificación del ICA	104
Tabla 84. Resultados del ICA en 18 Sitios de Muestreo del Río Las Ceibas.....	105
Tabla 85. Puntos de referencia tenidos en cuenta para el establecimiento de las zonificación del cauce de Río Las Ceibas	106
Tabla 86. Puntos de control para muestreo de calidad de aguas cauce Río Las Ceibas.....	107
Tabla 87. Resultados Parámetros In Situ, Río Las Ceibas	108
Tabla 88. Resultados de Parámetros medidos en Laboratorio de los sitios Monitoreados	110
Tabla 89. Objetivos y Parámetros para el análisis de calidad de agua.....	112
Tabla 90. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes obtenidos en el Río Las Ceibas.....	113
Tabla 91. Conductividad eléctrica del Río – Las Ceibas.....	114
Tabla 92. Resultados de Salinidad Efectiva en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas.....	114
Tabla 93. Resultados de Salinidad Potencial en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas.....	114
Tabla 94. Relación Adsorción de Sodio en los Puntos de Muestreo Río Las Ceibas	115
Tabla 95. Valores para clasificar aguas de riego según su RAS	115
Tabla 96. Resultados Porcentaje de Sodio Intercambiable en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas	115

Tabla 97. Resultados de Carbonato de Sodio Residual en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas	115
Tabla 98. Resultados PSP en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas	116
Tabla 99. Resultados Contenido de Boro en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas.....	116
Tabla 100. Resultados Contenido de Cloruros en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas.....	116
Tabla 101. Índices de Magnesio en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas ..	117
Tabla 102. Porcentaje de Cloruros en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas.	117
Tabla 103. Información Requerida para el cálculo del ICOMO	117
Tabla 104. Determinación del ICOMO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas.....	118
Tabla 105. Determinación del ICOSUS sobre el Río Las Ceibas	118
Tabla 106. Determinación del ICOTRO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas.....	118
Tabla 107. Determinación del ICOTRO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas.....	119
Tabla 108. Clasificación del Índice de Contaminación.....	119
Tabla 109. Clasificación de los ICO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas.....	119
Tabla 110. Cálculo de los ICA – Río Ceibas.....	121
Tabla 111. Escala de clasificación del ICA – NFS	121
Tabla 112. Clasificación de la calidad de agua para el Río Las Ceibas.....	122
Tabla 113. Porcentaje de Reducción de Caudal por Calidad de Agua en las diferentes zonas del Río Las Ceibas	122
Tabla 114. Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica.....	124
Tabla 115. Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica.....	126
Tabla 116. Índices ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos	127
Tabla 117. Índices ecológicos para la comunidad perifítica.....	130
Tabla 118. Resumen valores de campo y valores simulados en los puntos de monitoreo.....	132
Tabla 119. Comparación de Parámetros y criterios de calidad del Decreto 1594/84 y La Resolución 2115/2007	136
Tabla 120. Posibles Usos del Cuerpo de Agua en cada sitio Monitoreado, según Decreto 1076 de 2015	137
Tabla 121. Usos Actuales – Río Las Ceibas.....	138
Tabla 122. Usos Potenciales del Cuerpo de Agua según Decreto 1594 de 1984 – Río Las Ceibas.....	139
Tabla 123. Usos Potenciales de Mayor Preponderancia – Río Las Ceibas	140
Tabla 124. Criterios de calidad de cada uso	141
Tabla 125. Categorías de calidad – Río Las Ceibas.....	142
Tabla 126. Parámetros y concentraciones para cada uso	142
Tabla 127. Categoría de calidad del agua actual en cada tramo.....	143
Tabla 128. Objetivos de calidad – Río Las Ceibas	143

Tabla 129. Usos, objetivos de calidad y criterios de calidad por uso – Río Las Ceibas	144
Tabla 130. Índice de Calidad Físicoquímica – ICA “Río Las Ceibas”	145
Tabla 131. Riesgos Asociados a la Reducción de la Oferta	146
Tabla 132. Riesgos Asociados a la Disponibilidad por Tramos	146
Tabla 133. Usos a Asignar.....	146
Tabla 134. Criterios de Calidad definidos por Usos	147
Tabla 135. Zonas en las que se Condiciona y Prohíbe la descarga de Aguas Residuales.....	147
Tabla 136. Carga Contaminante Domestica Total Generada en el Quinquenio 2015 – 2020.....	149
Tabla 137. Cargas máximas Admisibles y Necesidades de Reducción para el Quinquenio 2015 - 2020	149
Tabla 138. Meta Global de Reducción de Carga Contaminante para DBO5 y SST en 5 años.....	149
Tabla 139. Cronograma de Cumplimiento Meta Global Carga Contaminante por DBO5.....	150
Tabla 140. Cronograma de Cumplimiento Meta Global Carga Contaminante por SST	150
Tabla 141. Parámetros objeto de monitoreo para el seguimiento del recurso hídrico – Río Las Ceibas	154
Tabla 142. Cronograma de actividades para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico – Río Las Ceibas.....	155
Tabla 143. Clase de aptitud de uso de la Tierra en la cuenca Rio Las Ceibas	156
Tabla 144. Núcleos de ordenamiento Ambiental Territorial Rio Las Ceibas	156
Tabla 145. Usos de suelo de POT de Neiva – Huila.....	157
Tabla 146. Zonificación Ambiental de la Cuenca Hidrográfica Río Las Ceibas de acuerdo al POT del municipio de Neiva. (2000).....	158
Tabla 147. Localización de usuarios en la cuenca del río las ceibas – Neiva.....	163
Tabla 148. Incidencia de deforestación en la cuenca del Río Las Ceibas	164
Tabla 149. Biodiversidad y su porcentaje en la cuenca del Río Las Ceibas	164
Tabla 150. Contaminación generada al cauce del al cuenca del Río Las Ceibas.....	164
Tabla 151. Tipos de uso de suelos con mayor incidencia en el Río Las Ceibas	165
Tabla 152. Fuentes de energía utilizada por los usuarios en la cuenca del Río Las Ceibas.....	165
Tabla 153. Vertimiento de aguas residuales en la cuenca del Río Las Ceibas ...	165
Tabla 154. Vertimiento de residuos sólidos en la cuenca del Río Las Ceibas	166
Tabla 155. Grupos de fauna silvestre en la cuenca del Río Las Ceibas	166
Tabla 156. Áreas Cultivadas En La Cuenca Del Río Las Ceibas – Neiva	167
Tabla 157. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal en Las Ceibas 1980 – 2006	168
Tabla 158. Descripción Unidades de Cobertura del Uso actual de Suelo –Rio Las Ceibas.....	169
Tabla 159. Conflictos de uso del suelo en la cuenca hidrográfica del Rio Las Ceibas	169

Tabla 160. Amenazas de Origen Geomorfológico en el Río La cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas.....	170
Tabla 161. Amenazas de Origen Hidroclimático en el Río La cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas.....	171
Tabla 162. Unidades de Zonificación Ambiental Río Las Ceibas.....	172
Tabla 163. Lista de Planos Cartográficos	176

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resolución de ordenamiento emitido por la autoridad ambiental – CAM14	
Figura 2. Distribución espacial de la precipitación del área de influencia de la cuenca las Ceibas	33
Figura 3. Parámetros de Caracterización de calidad de Calidad de agua del Río Las Ceibas.....	102
Figura 4. Descripción de Los Escenarios.....	130
Figura 5. Escenarios para La DBO Rápida.....	132
Figura 6. Escenarios para los SST	133
Figura 7. Escenarios para el Caudal.....	133
Figura 8. Árbol de problemas para la Deforestación para la cuenca del Río Las Ceibas.....	159
Figura 9. Árbol de problemas para la Pérdida de Biodiversidad para la cuenca del Río Las Ceibas.....	160
Figura 10. Árbol de problemas para el Manejo Inadecuado y contaminación del recurso agua para la cuenca del Río Las Ceibas	161
Figura 11. Árbol de problemas para la baja fertilidad de suelos de la cuenca del Río Las Ceibas.....	162
Figura 12. Puntos de muestreo establecidos a lo largo del cauce hídrico “Río Las Ceibas”	173
Figura 13. Esquema general para el almacenamiento de la información de usos y vertimientos.....	174

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Distribución mensual de precipitación cuenca hidrográfica del río Ceibas	26
Grafica 2. Registros de Temperatura máxima, media y mínima mensual multianual de la estación Aeropuerto Benito Salas	27
Grafica 3. Registros de Temperatura máxima, media y mínima mensual multianual de la estación Palacio Vegalarga.....	27
Grafica 4. Registros de humedad relativa media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.....	28
Grafica 5. Registros de nubosidad media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.	29

Grafica 6. Registros medios decadales mensuales multianuales de Brillo solar de la estación Palacio Vegalarga.	30
Grafica 7. Registros medios mensuales multianuales de Evaporación de la estación Palacio Vegalarga y Aeropuerto Benito Salas	31
Grafica 8. Promedio anual del Análisis Microbiológico de agua cruda en las plantas del acueducto de Neiva 2005-2006	82
Grafica 9. ICOMI AÑO 2011	96
Grafica 10. ICOMI AÑO 2010	96
Grafica 11. ICOMO AÑO 2011.....	97
Grafica 12. ICOMO AÑO 2010.....	98
Grafica 13. ICOSUS AÑO 2011	99
Grafica 14. ICOSUS AÑO 2010.....	99
Grafica 15. Abundancia en la comunidad fitoplanctónica en los puntos monitoreados	123
Grafica 16. Riqueza en la comunidad fitoplanctónica en los puntos monitoreados	123
Grafica 17. Abundancia en la comunidad zooplanctónica en los puntos monitoreados	124
Grafica 18. Riqueza en la comunidad Zooplanctónica en los puntos monitoreados	125
Grafica 19. Abundancia en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos monitoreados	126
Grafica 20. Riqueza en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos monitoreados	127
Grafica 21. Abundancia en la comunidad perifítica en los puntos monitoreados	128
Grafica 22. Riqueza en la comunidad perifítica en los puntos monitoreados.....	129

1. ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO: USOS

1.1. DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

La autoridad ambiental competente declarara en ordenamiento, cualquier corriente o depósito de aguas públicas que considere pertinente, previo estudio de priorización de corrientes en conflicto.

Mediante **Resolución 02781 del 17 de Diciembre de 2014**, expedida por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, se declaró en ordenamiento la corriente de uso público Río Las Ceibas que discurren en jurisdicción del municipio de Neiva en el departamento del Huila , para dar cumplimiento a esta declaratoria se suscribió el contrato de apoyo interinstitucional No. 0260 de 2014 entre la CAM y FUNDISPROS, en el que se estableció la formulación del plan de ordenamiento de la mencionada corriente.

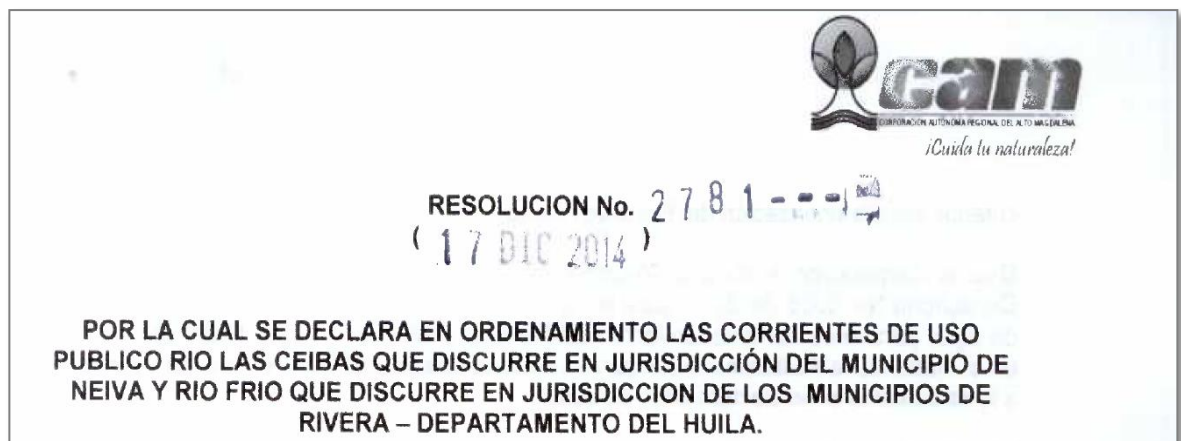


Figura 1. Resolución de ordenamiento emitido por la autoridad ambiental – CAM
Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.2. VALIDACIÓN Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACION EXISTENTE

Para el desarrollo del proyecto “Ordenamiento del Recurso Hídrico de la corriente del río Las Ceibas que discurre por el municipio de Neiva y revisión de la reglamentación anteriormente establecida”, se llevó a cabo actividades de solicitud y acopio de información básica de referencia y/o antecedentes de la cuenca hidrográfica de la corriente del río Las Ceibas, por medio de entidades y organizaciones con jurisdicción en la zona en temas como: estudios de suelos, climatología, hidrología, calidad de aguas, usos del suelo, geología, cartografía básica, área de influencia, lista de usuarios de la reglamentación anteriormente establecida con sus respectivas concesiones (Res 244 de 12 de Abril de 1999), inventario de vertimientos, planos de sistemas de alcantarillados, puntos estratégicos, etc.

DIAGNOSTICO

DIAGNÓSTICO GENERAL A PARTIR DEL ANALISIS DE INFORMACIÓN DISPONIBLE Y TRABAJO EN CAMPO

1.3. LOCALIZACIÓN DE USUARIOS, CAUCE PRINCIPAL DEL RIO, CONDUCCIONES PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y OBRAS HIDRÁULICAS

1.3.1. Georreferenciación con GPS del cauce principal del rio

La georreferenciación del cauce principal del rio se realizó metro a metro por cada uno de los costados u orillas de su cauce, mediante la toma de puntos con GPS a una distancia, aproximada de 10 metros uno del otro en la misma dirección de la corriente de agua.

En total se referenciaron 30,386 km del cauce del rio Las Ceibas, el cual según la cartografía oficial 1:25.000 para el departamento del Huila, tiene una longitud aproximada de 51 km desde su nacimiento en la vereda “La Plata” hasta su desembocara en el rio Magdalena en inmediaciones del casco urbano del municipio de Neiva.

1.3.2. Georreferenciación con GPS de conducciones, derivaciones subderivaciones, ramificaciones.

En total se referenciaron **50269.31 metros** de conducciones de aguas para diferentes usos construidas de forma artesanal (canal natural), revestidas en piedra, concreto, conducciones realizadas por mangueras de polietileno, tubería de PVC, etc. la siguiente tabla relaciona las longitudes y características constructivas de las conducciones referenciadas.

TIPO DE CONDUCCION	LONGITUD (M)
Aliviadero	3057.60
Canal encofrado	71.83
Canal natural	24828.94
Canal revestido	254.44
Manguera	20626.41
Tubería	1220.05
Tubería encofrada	210.02
TOTAL	50269.31

Tabla 1. Características constructivas de las conducciones georreferenciadas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

La Tabla 2 relaciona la cantidad total de estructuras evaluadas, agrupadas por clases o tipo de obra.

TIPO DE OBRA	CONVENCION	CANTIDAD
Bocatoma	B	6
Bocatoma Artesanal	Ba	44
Toma Bombeo rio	Tbr	11
Pontón	Po	27
Tubería elevada	Pe	1
Puente	P	6
Nivel de agua	Na	1
Canal de esorrentía	E	7
Drenaje	Drenaje	5
Desembocadura	Des	2
Desarenador	D	7
Canal revestido	Cr	10
Cap, Acueduct	Cap, Acueduct	5
Aljibe	Aljibe	2
Aliviadero	A	44
Toma Predial	Tp	112
Viaducto	V	1
TOTAL		291

Tabla 2. Obras hidráulicas evaluadas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.3.3. Levantamiento con GPS de comprobación y actualización de áreas de terreno y áreas cultivadas, para los predios que hacen uso de la corriente Rio Ceibas; actualización del estado jurídico

El levantamiento de información predial para la actualización de áreas de terreno y áreas cultivadas en la zona de influencia del proyecto, utilizó como insumo base las siguientes fuentes: Planos análogos aportados por usuarios, planos digitales en formato CAD, levantamiento con GPS y consulta de cartografía catastral del IGAC disponible en el Geoportal.

El total de área terreno chequeada con el procedimiento mencionado es de **4059.23 ha** correspondiente a **64 predios**, de los cuales **14** de ellos no allegaron ni diligenciaron la documentación solicitada para ser incluidos en los procesos de reglamentación del cauce, pero si hacen uso de la corriente hídrica. La localización predial de los 4 acueductos veredales se hizo con base en la información suministrada por la autoridad ambiental, para lo cual se dibujó un polígono en el lugar donde se encuentran las captaciones de agua.

1.4. IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS

1.4.1. Censo de usuarios, entrega y diligenciamiento de formatos de encuestas: usos

Se recopilaron y procesaron en la base de datos **98 formatos de encuestas de usos** (encuesta censo de usuarios y agropecuaria), la mayoría de usuarios de la reglamentación anteriormente establecida y otras que corresponden a los nuevos usuarios detectados mediante labores de inspección en campo o quienes realizaron actos jurídicos de desenglobe de predios. Algunos usuarios adjuntaron un solo formato de encuesta pero en realidad la solicitud de concesión de aguas corresponde a dos predios jurídicamente establecidos, por lo que se procedió a dividir la información según información verificada en campo y en consulta con el propietario del predio.

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA
1	PORVENIR						1000		19.0
		PASTOS	1	VACUNAS PARIDAS	8		6		
2	LA VEGA	POTREROS	4,0	CRIAS HEMBRAS	5				5.0400
				CRIAS MACHOS	3				
3	VILLA JESSICA HOY PISCICOLA CARDUMEN			PECES	150.000	1 LAGO DE 2000 M2 - 2 LAGOS DE 1000M2			2.4319
4	LOTE # 4			PECES	250.000	1 LAGO DE 5000M2 - 1 LAGO DE 2000M2			0.7890
5	LOTE # 3			PECES	200.000	6 LAGOS DE 2000 MTS2 - 5 LAGOS DE 1000 MTS2 - 1 LAGO DE 3000 MTS			2.0216
6	LOTE DIEZ (10)						5		0.0590
7	LOTE No 1 ANTES LA ESTRELLA	PASTOS	10	CRIAS HEMBRAS	15		4		45.3182
8	LOTE No 2 ANTES LA ESTRELLA	PASTOS	1	CRIAS HEMBRAS	50				11.8097
9	LOTE No 3 ANTES LA ESTRELLA	PASTOS	1	CRIAS HEMBRAS	15				45.3182
10	HATO DE SAN LUIS	PASTOS	5	CABALLOS	5	1 LAGO DE 80 MT2	4		451.3
		ARROZ	15						
11	LA ARCADIA	CITRICOS	3,5						4.7328
12	LA JABONERA	ARROZ	22	CABALLOS	15				80.7984
				NOVILLOS	35				
		ARROZ	25	CABALLOS	8		6		
		PASTOS	11	MULAS, ASNOS	5				
				VACUNAS PARIDAS	35				
				VACUNAS HORRAS	50				
13	FINCA CHIVATERA_1			NOVILLOS	60				130
				CRIAS MACHOS	15				
				CRIAS HEMBRAS	20				
				AVES	15				
				CERDOS	3				
14	FINCA CHIVATERA_2	ARROZ	25						130
		PASTOS	11						
		PASTOS	30	CABALLOS	6	1 LAGO DE 5000 MT2	8		
				MULAS, ASNOS	4				
				VACUNAS PARIDAS	30				
15	LOTE EL ESPINO ESTE_1			VACUNAS HORRAS	20				170.3
				NOVILLOS	10				
				CRIAS HEMBRAS	15				
				CRIAS MACHOS	15				
16	LOTE EL ESPINO ESTE_2	PASTOS	28						
17	EL GUAYABO	PASTOS	3	CABALLOS	2		8		
		CACAO	2	VACUNAS PARIDAS	20				

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA		
				VACUNAS HORRAS	10						
				NOVILLOS	2						
				CRIAS HEMBRAS	10						
				CRIAS MACHOS	10						
				AVES	50						
18	PORTUGAL 2	PASTOS	3	PECES	5000	1 LAGO DE 20X10X2M - 1 LAGO DE 18X8X2M	5		9.2631		
		CITRICOS	4	VACUNAS PARIDAS	5						
				VACUNAS HORRAS	4						
						NOVILLOS	3				
						CRIAS HEMBRAS	1				
						CRIAS MACHOS	6				
						AVES	35				
						CERDOS	1				
						CABALLOS	2				
19	FINCA CALIFORNIA_PARTE 1	CITRICOS	8	CABALLOS	1	11 LAGOS DE 10.000 MT2 EN TOTAL DE ESPEJO DE AGUA	12		40.1125		
		CACAO	8	VACUNAS PARIDAS	18						
		PASTOS	10	VACUNAS HORRAS	19						
			4	NOVILLOS	2						
				CRIAS HEMBRAS	16						
				CRIAS MACHOS	7						
				AVES	98						
		PECES	38000								
20	FINCA CALIFORNIA_PARTE 2	CACAO	2	VACUNAS PARIDAS	24			40.1125			
		PASTOS	14.2	VACUNAS HORRAS	24						
				NOVILLOS	3						
				CRIAS HEMBRAS	22						
				CRIAS MACHOS	9						
21	LOTE (VEREDA CEIBAS AFUERA)	PASTOS	1,80					1.800			
22	LOTE PISCICOLA "LA BOCATOMA"			PECES	400000 ALEVINOS AL MES	8 LAGOS DE 8000 M2 DE ESPEJO DE AGUA EN TOTAL		3.300			
23	LOTE PISCICOLA "EL TOMO"			PECES	700000 ALEVINOS AL MES	15 LAGOS DE 20000 M2 DE ESPEJO DE AGUA EN TOTAL		11.7245			
24	LAS NIEVES	CACAO	12	VACUNAS PARIDAS	2	1 LAGO DE 800 M2	8	122.0			
				VACUNAS HORRAS	3						
				NOVILLOS	1						
				CRIAS HEMBRAS	1						

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA
				CRIAS MACHOS	1				
				AVES	50				
25	LOTE CUATRO (4) – ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT						4		0.0646
26	LOTE DOS (2) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT						4		0.0694
27	BOCATOMA 1 ACUEDUCTO MUNICIPAL "EL GUAYABO"						200000	ACUEDUCTO MUNICIPAL	2.9999
28	BOCATOMA 2 ACUEDUCTO MUNICIPAL "EL TOMO"						200000	ACUEDUCTO MUNICIPAL	
29	PATIO BONITO	CACAO	0.5	MULAS, ASNOS	1				40.00
		PASTOS	2.0	VACUNAS PARIDAS	6				
				CRIAS HEMBRAS	2				
				CRIAS MACHOS	3				
30	LOTE LA SOLEDAD	PASTOS	1	NOVILLOS	30				15.3800
31	LA SOLEDAD	PASTOS	0,5	NOVILLOS	30				8.0484
		PASTOS	1,0	CABALLOS	5				
				MULAS, ASNOS	1				
				VACUNAS PARIDAS	30				
				VACUNAS HORRAS	15				
				NOVILLOS	20				
				CRIAS HEMBRAS	16				
		CRIAS MACHOS	14					22.7500	
33	LA ARGENTINA - EL PORVENIR - HOY LOTE LA GUDALUPANA	FRUTALES	1,5	NOVILLOS	10		10	52.5 M3/SEMESTRE	5.484
34	VILLA FERNANDA HOY VILLA PAULA	PASTOS	1,5	NOVILLOS	20		10		7.1060
		FRUTALES	5,0						
35	LOTE # 10 HOY VILLAHERMOSA	PAN COGER	0,50	PECES	38000	3 LAGOS DE 80X70 c/u	6		1.9683
		CITRICOS	0,75	AVES	250				
		CACAO	1	PECES	3000	2 LAGOS DE 20X20 M c/u	7		1.2883
36	LOTE # 9 HOY VILLA ROJAS	CITRICOS	0,2						
		CACAO	1				2		1.5565
37	LOTE # 6 HOY VILLA ANGELICA	CITRICOS	0,25				6		
		PAN COGER	0,25						1.3279
38	LOTE # 7								
39	SAN ISIDRO HOY JALISCO	CACAO	4						4.0
40	VILLAMARIA HOY GUADALAJARA	CACAO	4,5						4.5
41	FINCA SANTA RITA_1	ARROZ	30	CABALLOS	12		6		
		PASTOS	20	MULAS, ASNOS	8				78.48
				VACUNAS PARIDAS	30				

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA
				VACUNAS HORRAS	70				
				NOVILLOS	90				
				CRIAS HEMBRAS	16				
				CRIAS MACHOS	14				
				AVES	20				
				CERDOS	5				
43	FINCA SANTA RITA_2	ARROZ	30						78.48
		PASTOS	20						
	LOTE LA ISLA	CITRICOS	0,5	CABALLOS	4		3		---
	LOTE LA ISLA			VACUNAS PARIDAS	8				---
	LOTE LA ISLA			VACUNAS HORRAS	3				---
44	LOTE LA ISLA			NOVILLOS	1				---
	LOTE LA ISLA			CRIAS HEMBRAS	14				---
	LOTE LA ISLA			CRIAS MACHOS	5				---
	LOTE LA ISLA			AVES	3				---
		PASTOS	40	PECES	10000	1 LAGO DE 2500 MT2	12		780.51
				MULAS, ASNOS	10				780.51
				VACUNAS PARIDAS	80				780.51
45	BUENOS AIRES - HOY LOTE SAN BERNARDO			VACUNAS HORRAS	60				780.51
				NOVILLOS	50				780.51
				CRIAS HEMBRAS	45				780.51
				CRIAS MACHOS	35				780.51
				CABALLOS	20				780.51
46	ACUEDUCTO VEREDAL LA LAGUNA Y CARACOL						60	ACUEDUCTO VEREDAL	
47	ACUEDUCTO VEREDAL EL RETIRO						26	ACUEDUCTO VEREDAL	
48	ACUEDUCTO VEREDAL MIRAFLORES						96	ACUEDUCTO VEREDAL	
51	PREDIO EL VERGEL						4	ACUEDUCTO VEREDAL	
52	EL PALMAR - PARTE 1	CACAO	1.5						
53	EL PALMAR - PARTE 2	CACAO	1.5						
54	LA CABAÑA	CACAO	4						
55	LA GLORIA	CACAO	2						
56	VILLA CLAUDIA	FRUTALES	0.5				7		
57	ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CACAO ECOLOGICO DE LA CUENCA DE RIO LAS CEIBAS	CACAO	0.25						
58	MARANDUA	PASTOS	3	VACUNAS HORRAS	16		5		
	MARANDUA	CAÑA	2	NOVILLOS	13				

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA
	MARANDUA	MAIZ	2	CRIAS HEMBRAS	6				
	MARANDUA			CRIAS MACHOS	4				
	MARANDUA			AVES	36				
	MARANDUA			OVEJAS	34				
	MARANDUA			CABALLOS	3				
	MARANDUA			MULAS, ASNOS	4				
	MARANDUA			VACUNAS PARIDAS	10				
59	LA ESPERANZA	CACAO	4	CABALLOS	2	1 LAGO DE 6*6 M2	5		202.3
		BANANO	1	MULAS, ASNOS	2				
		PIMIENTA	4	OVEJAS	405				
		MAIZ	4	AVES	15				
60	EL COLORADO	CITRICOS	1						
		PLATANO	1				5		
		CACAO	1						
61	SAN ISIDRO	CITRICOS	1						
62	LOTE A	CACAO	2.5						
63	PALMIRA	CACAO	2.0				3		
64	EL ALTO			VACUNAS HORRAS	69				
65	POTRERILLOS PARTE 1	PASTOS	5.0						
66	POTRERILLOS PARTE 2					1 LAGO DE 0.5 HA			
67	POTRERILLOS PARTE 3	CACAO	2.0				1		
68	LA FORNTERA PARTE 1	CACAO	1.0				4		
69	LA FRONTERA PARTE 2	CACAO	0.3						
70	GRANJA FRUTILANDIA	FRUTALES	1.0				4		
71	MIRAFLORES	CACAO	1.0				4		
72	EL PARAISO	CACAO	1.0				5		
		CAÑA	1.0						
73	PINDALITO PARTE 1	CACAO	2.0	VACUNAS HORRAS	60		6		
74	PINDALITO PARTE 2	CACAO	2.0						
75	LA ESPERANZA PARTE 1	CACAO	2.0						
76	LA ESPERANZA PARTE 2	CACAO	2.0						
77	LA ESPERANZA PARTE 3	CACAO	1.0				2		
78	EL TESORO 2	CACAO	2.0				4		
79	LA FLORIDA	CAÑA	1.0						
80	EL TESORITO	CACAO	1.0				4		
81	EL COMUN	CITRICOS	1.0						
		CACAO	3.0	VACUNAS HORRAS	18		2		
82	LA PRADERA PARTE 1	CACAO	1.5						
83	LA PRADERA PARTE 2	CACAO	1.5						
84	LA CAÑADA			VACUNAS HORRAS	85				
85	LA GLORIA PARTE 2	CACAO	4.0				4		

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ID	NOMBRE PREDIO	CULTIVO	AREA (Ha)	PRODUCCIÓN PECUARIA	No CABEZAS	No. LAGOS DIMENSIONES	DOMESTICO (# pers)	OTRO	AREA PREDIO HA
86	MEDIA ESTANCIA	CACAO	2				3		
87	LA CABAÑA	CACAO	3				3		
88	LAS CEIBAS (H)	MELON	2	CERDOS	50				
89	LOTE SIETE (7) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT (I)						6		
90	LOTE DOCE (12)- ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT (J)						6		
91	LOTE NUEVE (9) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT (K)						6		
92	LOTE UNO (1) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT (L)						6		
93	LOTE ONCE (11) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT(M)						6		
94	LOTE TRECE (13) - ANTES CLUB ZAHARA GRAN RESORT (N)						6		
95	LA GRANJA (A)	ARROZ	6	CABALLOS	5				
96	ANTES LA FLORIDA LOTE # 1 (B)	TABACO	1						
97	ANTES LA FLORIDA LOTE # 2 (C)	TABACO	1						
98	ANTES LA FLORIDA LOTE # 3 (D)	TABACO	1						
99	ANTES LA FLORIDA LOTE # 4 (E)	TABACO	1						
100	ANTES LA FLORIDA LOTE # 5 (F)	TABACO	1						
101	LA VEGA LA ISLA (G)	PASTOS	2.5						
		CACAO	0.5						

Tabla 3. Descripción de usos por predios localizados e identificados en el proceso de reglamentación del cauce hídrico

Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.5. CLIMATOLOGÍA Y REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

1.5.1. Ubicación de estaciones meteorológicas de utilidad

Una vez definida el área de la cuenca se identificaron las estaciones del Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales IDEAM que se localizan en la zona por medio del Catálogo Nacional de Estaciones (2013). Posteriormente se trazaron los polígonos de Thiessen con el fin de determinar aquellas que por su grado de influencia en el área de la cuenca resultan de utilidad para el desarrollo del estudio. Las estaciones seleccionadas se relacionan en la Tabla 4.

N°	ESTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS		ELEV. (m.s.n.m)
					X	Y	
1	Apto Benito Salas	Neiva	SS	Huila	864884.32	817870.22	439
2	Hda. La Gironda	Neiva	PG	Huila	884075.78	813159.27	1060
3	Palacio-Vegalarga	Neiva	CO	Huila	890063.51	817196.54	1100
4	Pueblo Nuevo	Neiva	PG	Huila	887968.05	802002.95	1580
5	Santa Helena	Neiva	PG	Huila	885438.66	807077.37	1160

CO: Climatológica Ordinaria; PM: Pluviométrica; LM: Limnimétrica; PG: Pluviográfica

Tabla 4. Estaciones seleccionadas para la caracterización climatológica de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

La Corporación Autónoma regional del alto Magdalena CAM tiene localizadas dentro de la cuenca del río Las Ceibas estaciones meteorológicas. Estas junto con su localización, se relacionan en la siguiente tabla.

No.	NOMBRE	LOCALIZACION			PARÁMETROS MEDIDOS	SERIE
		X	Y	Z		
1	Est. Carmen Emilia	2°56'28.5" N	75°14'43.6" O	600	Temperatura Humedad Relativa Velocidad del viento Radiación solar Precipitación	Oct/2012 – Oct/2014
2	Est. El Mesón	2°52'40.49" N	75°6'20.8" O	1840	Temperatura Humedad Relativa Velocidad del viento Radiación solar Precipitación	
3.	Est. E Guayabo	2°55'14.95" N	75°8'58.44" O	690	Temperatura Precipitación	Oct/2012 – Oct/2014
4.	Est. El Vergel	2°51'28.3" N	75°7'40.9" O	1018	Temperatura Precipitación	Oct/2012 – Oct/2014
5	Est. Los Micos	2°55'4.7" N	75°8'8.9" O	797	Temperatura Precipitación	Oct/2012 – Oct/2014
6	Est. San Bartolo	2°51'36" N	75°8'38.2" O	981	Temperatura Precipitación	Oct/2012 – Oct/2014

Tabla 5. Estaciones Red de Monitoreo Hidrometeorológico de Alerta y Alarma Automatizada en la Cuenca del Río Las Ceibas (RIMAC)

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Los parámetros analizados, las estaciones que los registran y la longitud de las series consideradas se relacionan en la siguiente tabla.

No	PARÁMETROS	ESTACIONES	LONGITUD SERIE	PERIODICIDAD
1	Precipitación	Apto Benito Salas	1994-2013	Decadal
		Pueblo Nuevo	1994-2012	
		Hda La Gironda	1994-2013	
		Sta. Helena	1994-2013	
2	Temperatura	Apto Benito Salas	1994-2013	Mensual
		Palacio Vegalarga	1994-2013	
3	Humedad Relativa	Apto Benito Salas	1994-2013	Mensual
		Palacio Vegalarga	1994-2013	
4	Nubosidad	Apto Benito Salas	1994-2013	Mensual
		Palacio Vegalarga	1994-2013	

Tabla 6. Compendio de información meteorológica

Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.5.2. Análisis de parámetros climáticos

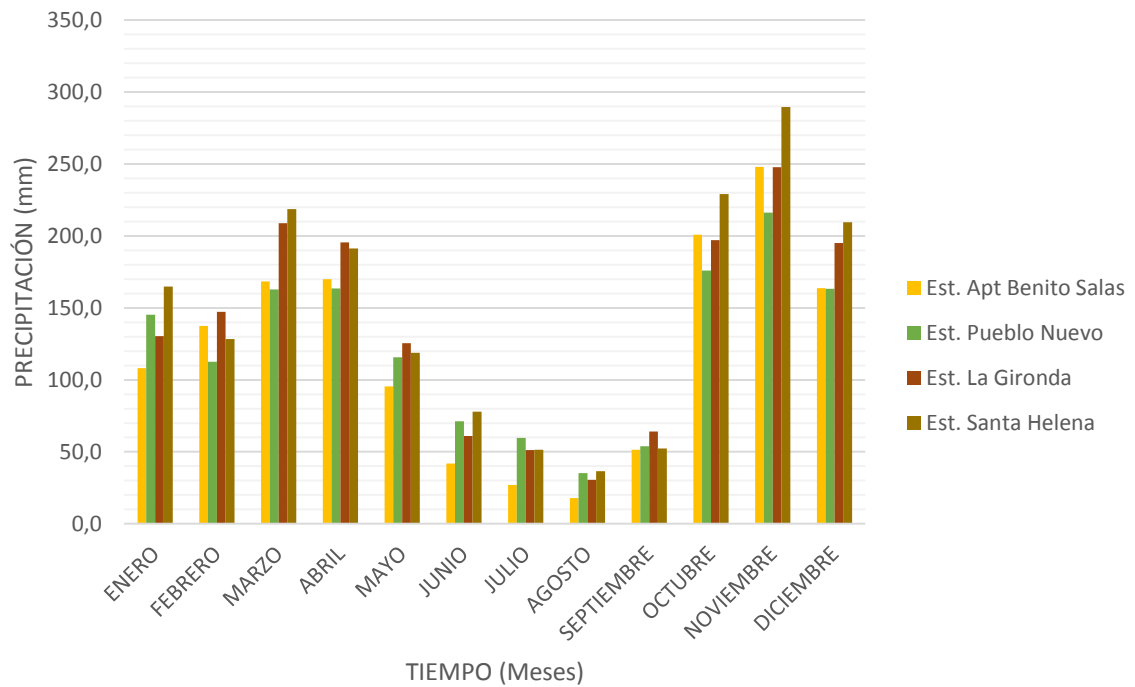
La caracterización de las condiciones climáticas de la cuenca hidrográfica del río Ceibas, se realiza mediante el análisis fiable de cada una de las variables del clima registradas por estaciones que tengan dominio en la misma.

Análisis de Precipitación

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
Est. Apto Benito Salas	108.1	137.6	168.4	170.1	95.5	41.8	27.1	17.9	51.5	200.9	248.0	163.7	1430.5
Est. Pueblo Nuevo	145.2	112.5	162.8	163.5	115.7	71.3	59.7	35.2	53.8	175.9	216.3	163.3	1226.4
Est. La Gironda	130.3	147.3	209.0	195.5	125.4	60.9	51.1	30.4	64.1	197.1	247.9	195.1	1622.6
Est. Santa Helena	164.8	128.4	218.7	191.3	118.9	78.0	51.4	36.5	52.3	229.0	289.7	209.5	1758.5

Tabla 7. Distribución Mensual de Precipitación de las Estaciones Útiles.

Fuente: IDEAM, 2015



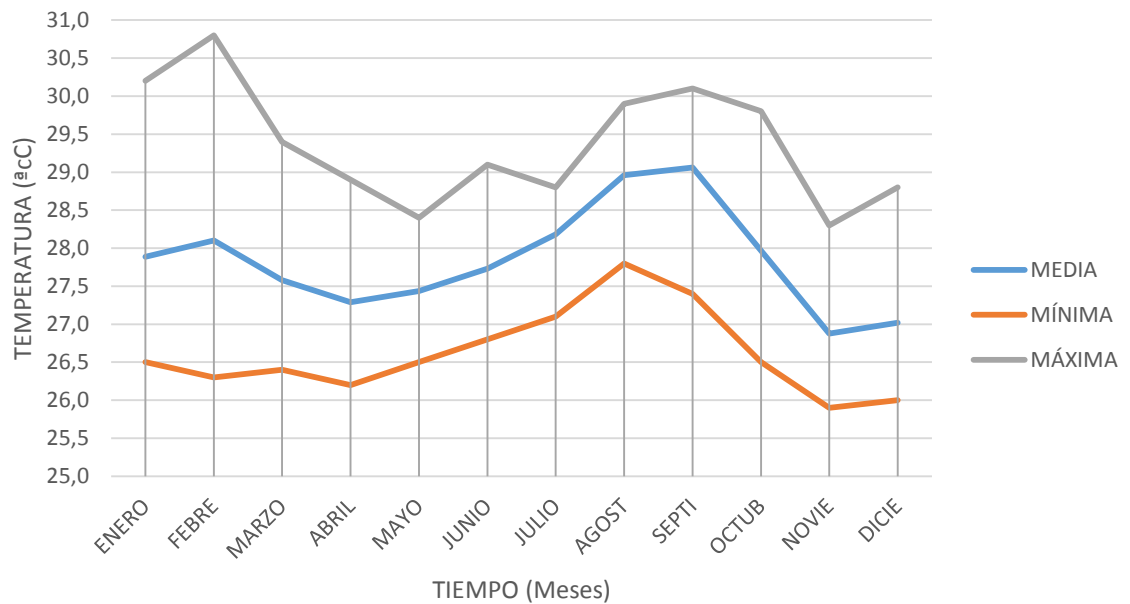
Grafica 1. Distribución mensual de precipitación cuenca hidrográfica del río Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Según lo mostrado en la Grafica 1 se tiene un régimen de precipitaciones presente en la zona es de tipo bimodal, con dos periodos de lluvias y dos de estiaje bien diferenciados entre sí.

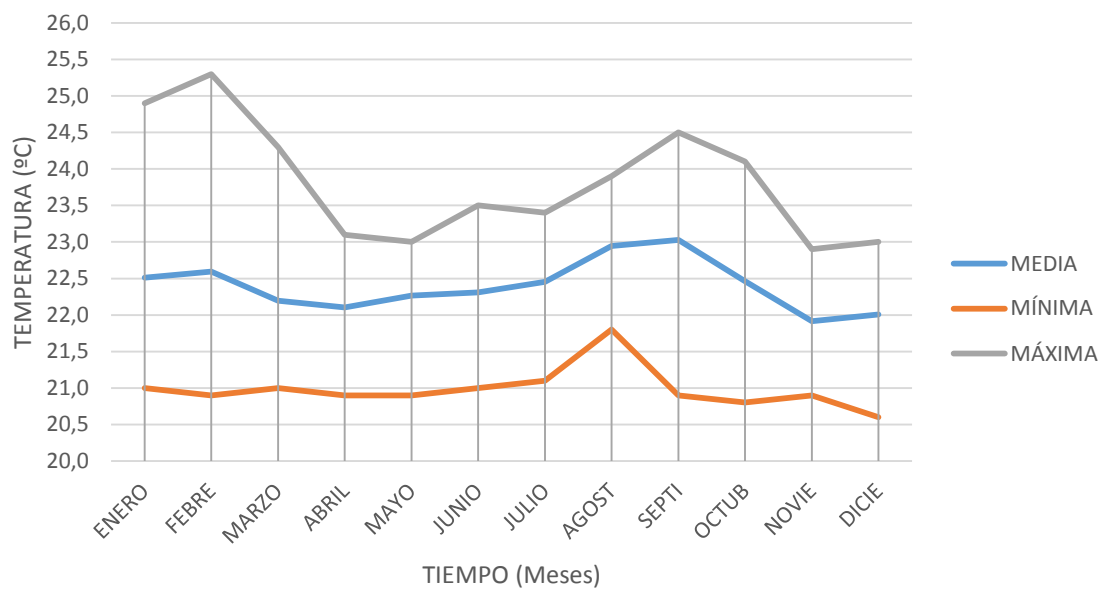
Análisis de Temperatura

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
Estación Aeropuerto Benito Salas													
T. MEDIA	27.9	28.1	27.6	27.3	27.4	27.7	28.2	29.0	29.1	28.0	26.9	27.0	27.8
T. MÁXIMA	30.2	30.8	29.4	28.9	28.4	29.1	28.8	29.9	30.1	29.8	28.3	28.8	28.6
T. MÍNIMA	26.5	26.3	26.4	26.2	26.5	26.8	27.1	27.8	27.4	26.5	25.9	26.0	27.0
Estación Palacio Vega larga													
T. MEDIA	22.5	22.6	22.2	22.1	22.3	22.3	22.5	22.9	23.0	22.5	21.9	22.0	22.4
T. MÁXIMA	24.9	25.3	24.3	23.1	23.0	23.5	23.4	23.9	24.5	24.1	22.9	23.0	23.0
T. MÍNIMA	21.0	20.9	21.0	20.9	20.9	21.0	21.1	21.8	20.9	20.8	20.9	20.6	21.1

Tabla 8. Registros de temperatura media, máxima y mínima mensual multianual de las estaciones Palacio Vega Larga y Aeropuerto Benito Salas.
 Fuente: IDEAM, 2015



Grafica 2. Registros de Temperatura máxima, media y mínima mensual multianual de la estación Aeropuerto Benito Salas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015



Grafica 3. Registros de Temperatura máxima, media y mínima mensual multianual de la estación Palacio Vegalarga.
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

De acuerdo a lo relacionado en las gráficas anteriores, se tiene que la temperatura registrada por las dos estaciones seleccionadas presenta un comportamiento de tipo bimodal. Los meses con mayores registros medios mensuales multianuales

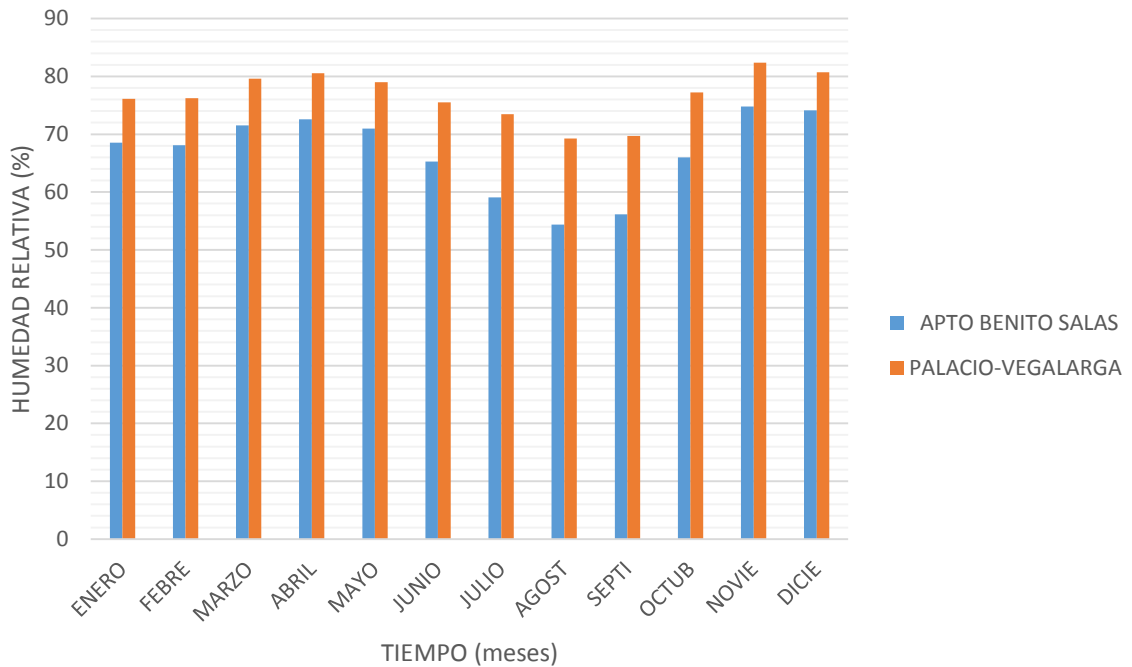
están comprendidos entre Enero y Marzo para el primer semestre y Agosto y Septiembre para el segundo semestre. La menor temperatura media mensual multianual se presenta en el mes de Abril, mes que según los registros pluviométricos se presentan altas precipitaciones.

Análisis de Humedad Relativa

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
Estación Aeropuerto Benito Salas													
Humedad Relativa (%)	69	68	72	73	71	65	59	54	56	66	75	74	67
Estación Palacio Vegalarga													
	76	76	80	81	79	76	73	69	70	77	82	81	77

Tabla 9. Registros de humedad relativa media mensual multianual de la estación Aeropuerto Benito Salas y Palacio Vegalarga.

Fuente: IDEAM, 2015



Grafica 4. Registros de humedad relativa media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Según la gráfica anterior, la humedad relativa presenta un comportamiento similar al de la precipitación, siendo mayor en los meses de lluvias. El porcentaje de humedad es mayor en los meses de Noviembre y Diciembre con registros de 82 y 81% respectivamente para la estación Palacio Vegalarga y 75 y 74% para la estación Apto Benito Salas. Por otro lado los meses en donde muestran los porcentajes más bajos son Agosto y Septiembre con registros de 69 y 70% para la estación Palacio Vegalarga y 54 y 56 % para la estación Apto Benito Salas.

La humedad relativa media multianual en las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga es de 67% y 77% respectivamente.

Análisis de Nubosidad

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
Estación Apto Benito Salas													
Nubosidad (Octas)	5.1	5.3	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.6	5.6	5.6	5.5	5.2	5.7
Estación Palacio Vegalarga													
	5.8	6.0	6.4	6.4	6.4	6.3	6.2	6.2	5.9	6.3	6.3	6.1	6.3

Tabla 10. Registros de nubosidad media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.
 Fuente: IDEAM, 2015



Gráfica 5. Registros de nubosidad media mensual multianual de las estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga.
 Fuente: FUNDISPROS, 2015.

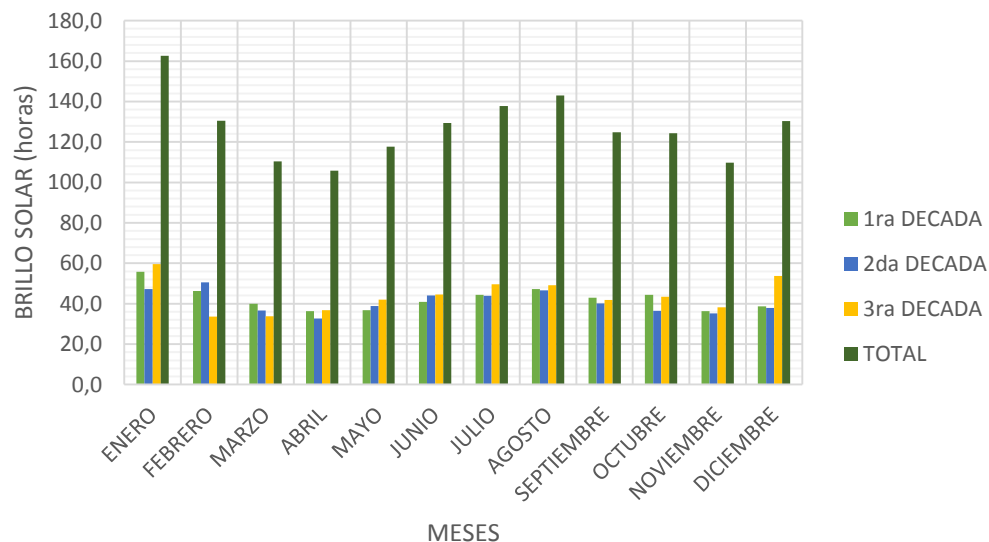
El comportamiento de la nubosidad es similar para las dos estaciones y está en función del régimen de precipitaciones. Los mayores registros para la estación Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga se presentaron durante los meses de Marzo y Abril con valores de 5.9 y 6.4 octas respectivamente, meses que corresponde a un periodo caracterizado por la precipitación de un mayor volumen de agua. El mes que registra un menor valor de este parámetro es Enero con 5.1 y 5.8 Octas para la estaciones Apto Benito Salas y Palacio Vegalarga respectivamente.

Análisis de Brillo Solar

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
1ra DECADA	55,8	46,2	39,9	36,4	36,8	40,9	44,3	47,2	43,0	44,3	36,3	38,7	505,5
2da DECADA	47,3	50,6	36,7	32,7	38,9	44,0	43,8	46,7	40,1	36,5	35,1	38,0	486,1
3ra DECADA	59,5	33,6	33,7	36,8	42,1	44,5	49,6	49,1	41,8	43,5	38,2	53,7	516,8
TOTAL	162,6	130,4	110,3	105,8	117,7	129,4	137,8	143,0	124,9	124,3	109,7	130,3	1508,4

Tabla 11. Registros de brillo solar decadal multianual de la estación Palacio Vegalarga.
 Fuente: IDEAM, 2015

Según lo presentado en la Tabla 11 y la Grafica 6, los meses que registran mayor número de horas de brillo solar son Enero, Julio y Agosto con valores de 162,6, 137,8 y 143,0 horas. Por otro lado, los registros más bajos de brillo solar se encuentran en los meses de Abril y Noviembre, con valores de 105,8 y 109,7 horas. Consecuentemente con lo anterior, se tiene un número de horas media multianual de brillo solar de 1508,4 horas que indicaría que en promedio se registran aproximadamente 4 horas diarias de brillo solar.



Grafica 6. Registros medios decadales mensuales multianuales de Brillo solar de la estación Palacio Vegalarga.

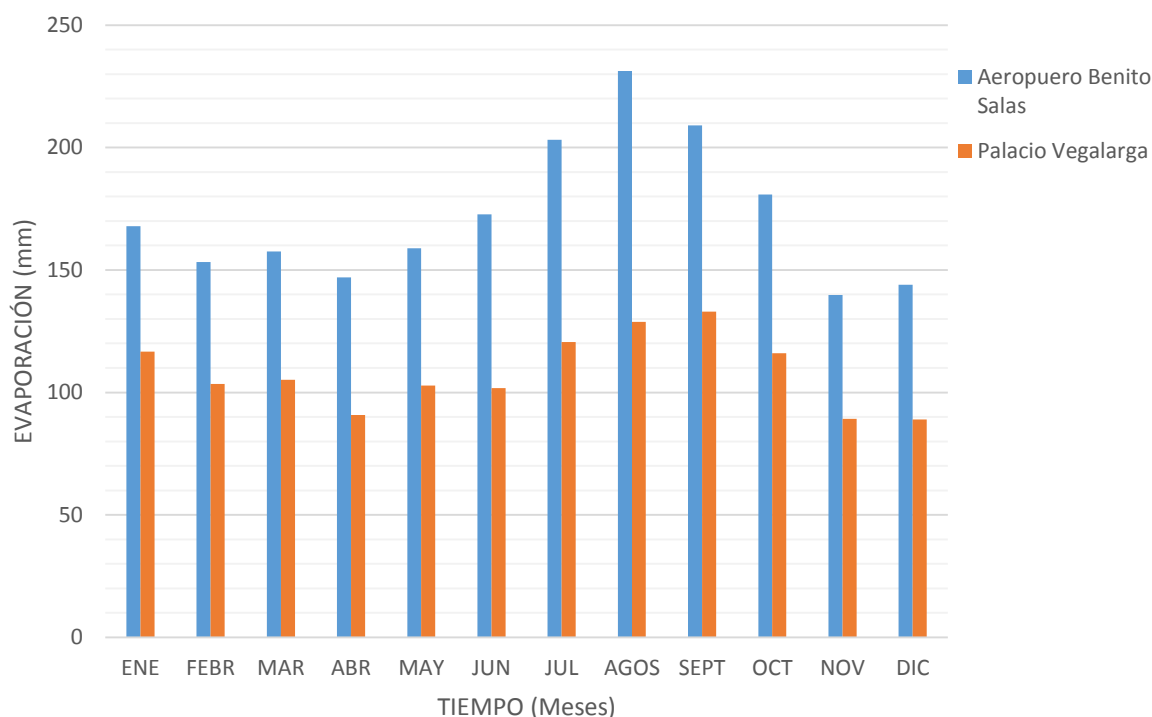
Fuente: FUNDISPROS, 2015.

Análisis de Evaporación

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Valor Anual
Estación Apto	168	153	158	147	159	173	203	231	209	181	140	144	2066
Estación Palacio Vegalarga	117	104	105	91	103	102	121	129	133	116	89	89	1297

Tabla 12. Registros de Evaporación media mensual multianual de la estación Palacio Vegalarga.

Fuente: IDEAM, 2015



Gráfica 7. Registros medios mensuales multianuales de Evaporación de la estación Palacio Vegalarga y Aeropuerto Benito Salas

Fuente: FUNDISPROS, 2015.

Según lo mostrado en la tabla y grafica anterior, los registros más altos de evaporación para la estación Palacio Vegalarga se presentan en los meses de Agosto y Septiembre con registros de 129 mm y 133 mm respectivamente, meses durante los cuales son más bajas las precipitaciones. La tasa más baja de evaporación se registra en los meses de Noviembre y Diciembre con un valor de 89 mm. La estación reporta una evaporación media anual de 1297 mm.

1.5.3. Estudios de precipitaciones

El análisis de esta variable es de suma importancia en los estudios relacionados con la evaluación de la oferta y la demanda hídrica. Gran parte del agua precipitada se infiltra, queda almacenada en depresiones de terreno o es interceptada por la vegetación, la restante se convierte en escorrentía superficial abasteciendo de esta manera los cauces naturales que discurren por las vertientes de una cuenca hidrográfica.

Las isoyetas se muestran en la siguiente figura.

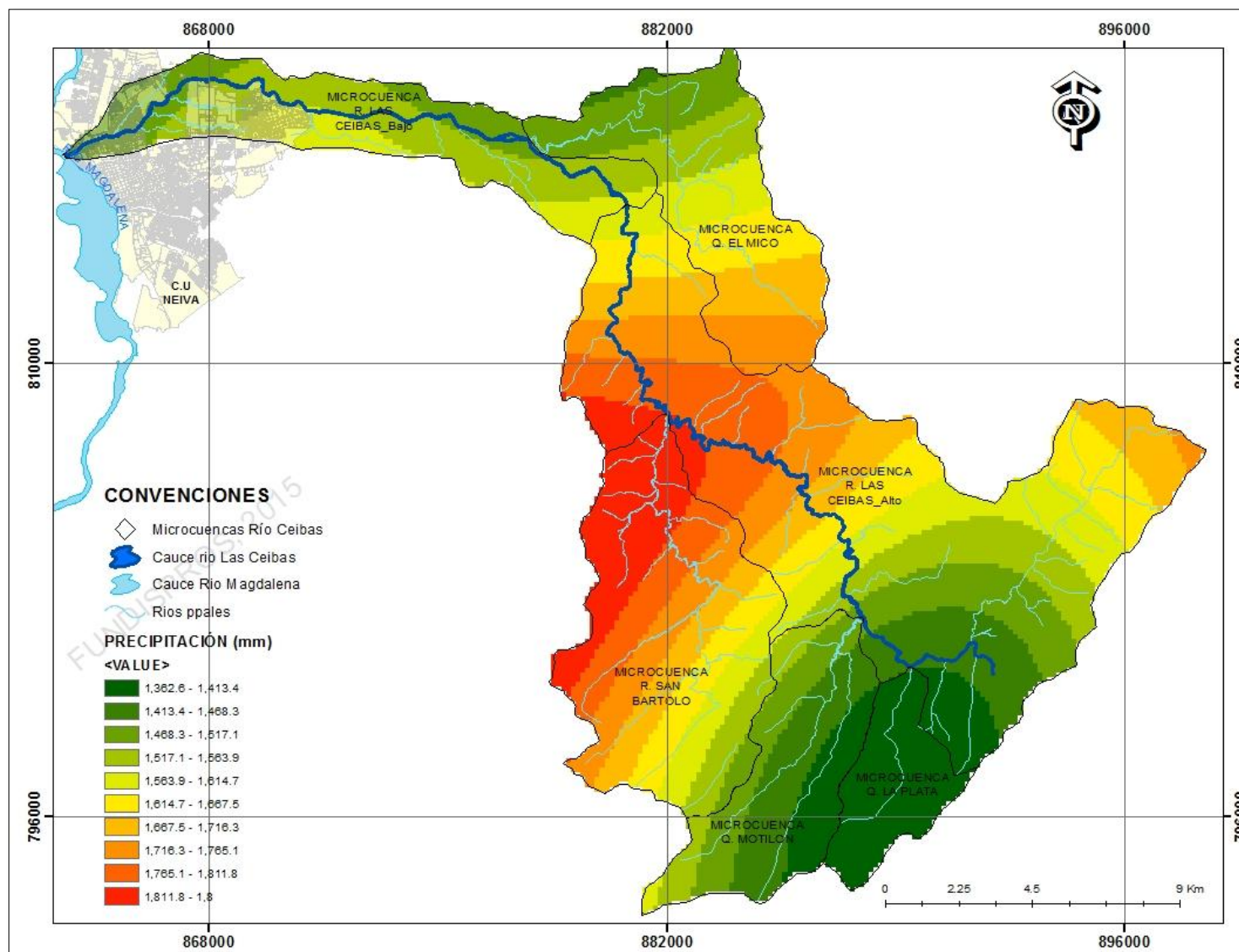


Figura 2. Distribución espacial de la precipitación del área de influencia de la cuenca las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.5.4. Evapotranspiración potencial

MES	EVAPORACIÓN	
	(mm/mes)	(mm/década)
ENERO	142.72	4.60
1ª DÉCADA		44.18
2ª DÉCADA		44.41
3ª DÉCADA		54.13
FEBRERO	130.24	4.65
1ª DÉCADA		44.88
2ª DÉCADA		47.70
3ª DÉCADA		37.66
MARZO	133.98	4.32
1ª DÉCADA		43.63
2ª DÉCADA		45.36
3ª DÉCADA		44.99
ABRIL	124.97	4.17
1ª DÉCADA		43.22
2ª DÉCADA		41.74
3ª DÉCADA		40.02
MAYO	135.11	4.36
1ª DÉCADA		42.71
2ª DÉCADA		44.69
3ª DÉCADA		47.71
JUNIO	146.88	4.90
1ª DÉCADA		45.95
2ª DÉCADA		49.47
3ª DÉCADA		51.46
JULIO	172.67	5.57
1ª DÉCADA		54.36
2ª DÉCADA		53.95
3ª DÉCADA		64.36
AGOSTO	196.59	6.34
1ª DÉCADA		62.57
2ª DÉCADA		63.96
3ª DÉCADA		70.06
SEPTIEMBRE	177.75	5.93
1ª DÉCADA		58.26
2ª DÉCADA		60.55
3ª DÉCADA		58.95
OCTUBRE	153.67	4.96
1ª DÉCADA		57.35
2ª DÉCADA		48.42
3ª DÉCADA		47.90
NOVIEMBRE	118.82	3.96
1ª DÉCADA		40.02
2ª DÉCADA		38.27
3ª DÉCADA		40.53
DICIEMBRE	122.37	3.95
1ª DÉCADA		38.48
2ª DÉCADA		38.25
3ª DÉCADA		45.64
TOTAL ANUAL		1755.75

Tabla 13. Evapotranspiración potencial estación Aeropuerto Benito Salas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

MES	EVAPORACIÓN	
	(mm/mes)	(mm/década)
ENERO	99.18	3.20
1ª DÉCADA		31.62
2ª DÉCADA		29.30
3ª DÉCADA		38.26
FEBRERO	88.00	3.14
1ª DÉCADA		34.23
2ª DÉCADA		31.59
3ª DÉCADA		22.18
MARZO	89.35	2.88
1ª DÉCADA		30.14
2ª DÉCADA		31.23
3ª DÉCADA		27.99
ABRIL	77.14	2.57
1ª DÉCADA		26.92
2ª DÉCADA		24.94
3ª DÉCADA		25.27
MAYO	87.41	2.82
1ª DÉCADA		28.60
2ª DÉCADA		30.26
3ª DÉCADA		28.55
JUNIO	86.49	4.90
1ª DÉCADA		26.77
2ª DÉCADA		31.05
3ª DÉCADA		28.67
JULIO	102.50	3.31
1ª DÉCADA		31.41
2ª DÉCADA		34.30
3ª DÉCADA		36.79
AGOSTO	109.52	3.53
1ª DÉCADA		36.69
2ª DÉCADA		36.41
3ª DÉCADA		36.42
SEPTIEMBRE	113.00	3.77
1ª DÉCADA		40.64
2ª DÉCADA		38.61
3ª DÉCADA		33.75
OCTUBRE	98.62	3.18
1ª DÉCADA		36.53
2ª DÉCADA		31.03
3ª DÉCADA		31.05
NOVIEMBRE	75.80	2.53
1ª DÉCADA		26.59
2ª DÉCADA		26.60
3ª DÉCADA		22.61
DICIEMBRE	75.65	2.44
1ª DÉCADA		20.24
2ª DÉCADA		24.26
3ª DÉCADA		31.15
TOTAL ANUAL		1102.66

Tabla 14. Evapotranspiración potencial estación Palacio Vegalarga
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.5.5. Demandas hídricas totales

En la siguiente tabla se relacionan los requerimientos de caudal de acuerdo con los usos establecidos en la zona de irrigación de la cuenca del río Ceibas.

USO DOMÉSTICO					
ACUEDUCTO	MODULO (lt*Hab*Día)	N° PERSONAS	MODULO (lps*Hab)	DEMANDA (lps)	
MPIO NEIVA	225	645984	0.0026	1700	
RURAL	225	1182	0.0026	3.0781	
TOTAL	467166			1703.1	
USO AGRÍCOLA					
CULTIVOS	MODULO TRANSICIÓN VERANO - INVIERNO (lps)	MODULO VERANO (lps)	AREA (Ha)	DEMANDA TRANSICIÓN VERANO - INVIERNO (LPS)	DEMANDA VERANO (LPS)
PASTOS	0.9	0.9	225.50	202.95	80.6
ARROZ	2	1.4	153.00	306.00	64.3
CACAO	1.3	1.3	48.75	63.38	63.4
CITRICOS	1.1	1.1	25.95	28.55	28.5
TABACO	1.4	1.4	5.00	7.00	7.0
MELÓN	1.3	1.3	14.00	18.20	18.20
TOTAL			472.2	626.07	261.98
USO PECUARIO					
ANIMAL	MÓDULO * DÍA (l*día)	MODULO * SEG (lps)	N°	DEMANDA (lps)	
BOVINO	50	0.000578704	1390	0.804	
AVES	0.2	2.77778E-05	572	0.016	
PORCÍCOLA	18	0.000208333	59	0.012	
EQUINO	40	0.000462963	564	0.261	
TOTAL			2585	1.094	
USO PISCÍCOLA					
AREA (Ha)	MODULO (lps*Ha)	DEMANDA (lps)			
9.4360	3.5	33.03			
USO RECREACIONAL					
DEMANDA (lps)			0.0034		

Tabla 15. Demanda hídrica en el río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.6. HIDROLOGÍA

1.6.1. Caracterización fisiográfica y morfométrica de la cuenca

La cuenca del río Las Ceibas para su análisis hidrológico fue fraccionada en 5 zonas, las cuales se describen a continuación.

Zona 0: Comprendida desde su nacimiento del río Las Ceibas hasta primer uso identificado mediante labores de reconocimiento en campo (Bocatoma artesanal, predio la Lindosa ubicado en la vereda Los Cauchos, propiedad del señor Jorge Tovar).

Zona 1: Está comprendida desde el primer uso identificado mediante labores de reconocimiento en campo (Bocatoma artesanal, predio la Lindosa ubicado en la vereda los cauchos, propiedad del señor Jorge Tovar), hasta la primera captación del acueducto municipal de Neiva “bocatoma El Guayabo”.

Zona 2: Está comprendida desde la primera captación del acueducto municipal de Neiva “bocatoma el Guayabo”, hasta la segunda captación del acueducto municipal de Neiva bocatoma “El Tomo”.

Zona 3: Está comprendida desde la segunda captación del acueducto municipal de Neiva bocatoma “El Tomo” hasta la desembocadura de la quebrada “La Jabonera” al río Las Ceibas.

Zona 4: Está comprendida desde la desembocadura de la quebrada "La Jabonera" al río Las Ceibas, hasta la desembocadura del río las Ceibas al río Magdalena

Características fisiográficas

En la siguiente tabla se relacionan los principales parámetros fisiográficos y morfométricos determinados para la totalidad de la cuenca, así como para sus zonas de estudio.

PARÁMETRO Fuente Hídrica	ZONA	UNIDAD Río Las Ceibas	CANTIDAD
Área	Zona 0	Km ²	201,80
	Zona 1		23,44
	Zona 2		55,52
	Zona 3		6,16
	Zona 4		14,30
	Completa		301,22
Perímetro	Zona 0	Km	71,97
	Zona 1		23,54

PARÁMETRO Fuente Hídrica	ZONA	UNIDAD Río Las Ceibas	CANTIDAD
	Zona 2		46.75
	Zona 3		12.51
	Zona 4		18.89
	Completa		125.24
	Zona 0		30.88
Longitud del cauce	Zona 1	Km	8.33
	Zona 2		9.55
	Zona 3		2.45
	Zona 4		9.23
	Completa		60.44
Pendiente media de la cuenca	Zona 0	%	43.38
	Zona 1		26.65
	Zona 2		22.57
	Zona 3		7.77
	Zona 4		5.78
Índice de Gravelius	Completa		2.03
	Zona 0		5.3
	Zona 1		2.4
	Zona 2		1.3
	Zona 3		1.5
Pendiente media del cauce	Zona 4		1.1
	Completa		3.6
	Densidad de drenaje	Completa	Km/Km ²
Tiempo de concentración	Completa	Horas	9.45

Tabla 16. Características fisiográficas y morfométricas de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas y de las zonas delimitadas para su análisis

Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.6.2. Estimación de caudales

Estimación de caudales máximos

Los caudales máximos hacen referencia a eventos extremos derivados de la ocurrencia de precipitaciones de la misma naturaleza. Estos caudales están asociados con altas velocidades, arrastre de sedimentos, así como de partículas de gran tamaño.

La modelación hidrológica en el HEC-HMS se realizó a partir de la información anteriormente descrita. De esta forma, los caudales máximos obtenidos para diferentes periodos de retorno se presentan en la Tabla 17.

PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDAL MAXIMO (m ³ /seg)
2.33	76.3
5	116.2
10	163.6
25	246.6
50	327.8
100	427.4

Tabla 17 Caudales máximos estimados a partir del hidrograma unitario del SCS para la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Estimación de caudales mínimos

Los valores mínimos mensuales multianuales estimados para cada zona se relacionan en la siguiente tabla y se ilustran en la gráfica sucesiva.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Valor anual
Zonas	CAUDAL MÍNIMO (m³/seg)												
0	2.15	2.29	2.13	2.23	2.14	1.98	1.81	1.63	1.53	1.34	1.32	2.17	1.32
1	0.24	0.22	0.23	0.29	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.17	0.27	0.16
2	0.54	0.49	0.51	0.69	0.64	0.59	0.52	0.46	0.41	0.38	0.39	0.60	0.38
3	0.05	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03
4	0.12	0.10	0.10	0.14	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.12	0.08

Tabla 18. Caudales mínimos mensuales multianuales estimados para cada zona de estudio
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Estimación de caudales medios

Los caudales medios multianuales se estimaron, al igual que los mínimos, mediante la aplicación del Modelo Agregado de Tanques. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Valor anual
ZONA	CAUDAL MEDIO (m³/seg)												
0	6.145	5.453	7.148	6.568	5.646	4.553	4.009	3.591	3.236	3.729	5.446	7.115	5.220
1	0.688	0.710	0.875	0.903	0.679	0.546	0.482	0.418	0.375	0.434	0.673	0.954	0.645
2	1.586	1.649	1.945	2.057	1.565	1.242	1.088	0.939	0.846	1.002	1.556	2.195	1.472
3	0.153	0.139	0.170	0.167	0.145	0.105	0.084	0.072	0.067	0.093	0.163	0.193	0.129
4	0.356	0.323	0.394	0.387	0.336	0.243	0.196	0.168	0.155	0.215	0.377	0.447	0.300

Tabla 19. Caudales medios mensuales multianuales estimados en cada una de las zonas de estudio
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

De acuerdo a lo contenido en la Tabla 19, se tiene que el régimen de caudales presente en la totalidad del río Las Ceibas es de tipo bimodal, al igual que el régimen de precipitaciones presente en su cuenca hidrográfica. Los meses con un mayor valor de caudal medio son para el primer semestre, Marzo y Abril, y para el segundo semestre del año Noviembre y Diciembre.

Los menores valores de caudales medios mensuales fueron los estimados para el segundo semestre del año durante los meses de agosto, Septiembre y Octubre.

1.6.3. Campaña de aforos puntuales

Con el fin de verificar que caudal discurre por el cauce del río Las Ceibas, se realiza una campaña de aforos líquidos puntuales sobre el cauce principal, así como en algunos de sus tributarios. Los aforos realizados se relacionan en la siguiente tabla y los sitios de monitoreo pueden ser consultados en la figura sucesiva.

N°	SITIO DE AFORO	LOCALIZACIÓN (MAGNA SIRGAS Neiva Huila 2006)		FECHA	CAUDAL (L/S)
		X	Y		
1	Antes de cualquier			19/03/2015	2700.08
2	Captación sobre el Río Las	881739.65	809179.34	20/10/2015	2450.12
3	Ceibas			12/12/2015	2100.00
3	Antes de la Bocatoma del			18/03/2015	3733.47
4	Acueducto - El Guayabo	881101.49	814336.23	19/10/2015	2949.93
5	Quebrada El Mico - Antes			18/03/2015	553.47
6	de Desembocar al Río Las Ceibas	878273.37	816639.76	20/10/2015	38.15
7	Antes de la Bocatoma del			18/03/2015	3090.09
8	Acueducto - El Tomo	878251.14	816612.11	19/10/2015	1897.93
9	Antes del afluente			19/03/2015	594.19
10	Quebrada Jabonera	871279.755	817595.762	19/10/2015	131.06
11	Después del afluente Quebrada Jabonera	871372.42	817483.34	19/03/2015	710.62
12	Antes de la Desembocadura en el Río Magdalena	863807.728	816512.394	24/03/2015	3853.13

Tabla 20. Aforos puntuales realizados en la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.6.4. Oferta hídrica neta o caudal base de reparto

La oferta hídrica neta de un afluente hace referencia al caudal que realmente está disponible y que puede ser aprovechado para diferentes usos; dicho caudal se obtiene luego de reducir la oferta hídrica total por calidad de agua y por caudal ecológico.

La oferta hídrica neta para cada zona de estudio y las épocas de verano y transición verano - invierno se relacionan a continuación:

	ÉPOCA	ZONA				
		0	1	2	3	4
VERANO	Oferta Hídrica Total (lps)	2100.0	375.0	553.5	67.0	155.0
	Caudal Ecológico (lps)	525.0	93.8	138.4	16.8	38.8
	Caudal Calidad de Agua (lps)	210.0	37.5	55.3	13.4	31.0
	Oferta Hídrica Neta (lps)	1365.0	243.8	359.8	36.9	85.3
INVIERNO	Oferta Hídrica Total (lps)	3500.0	645.0	1472.0	129.0	300.0
	Caudal Ecológico (lps)	875.0	161.3	368.0	32.3	75.0
	Caudal Calidad de Agua (lps)	350.0	64.5	147.2	25.8	60.0
	Oferta Hídrica Neta (lps)	2275.0	419.3	956.8	71.0	165.0

Tabla 21. Oferta hídrica total y neta para cada zona de estudio en el río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.6.5. Índice de escasez

El Índice de Escasez será determinado teniendo en cuenta la oferta hídrica total y la demanda hídrica para todo el río Las Ceibas. Dichos resultados se presentan en la Tabla 22.

	ÉPOCA	RÍO LAS CEIBAS
VERANO	Demanda Hídrica (m3/sg)	1.99
	Oferta Hídrica (m3/sg)	3.25
	Factor de Reducción	0.450
	Índice de Escasez	61.2
TRANSICIÓN VERANO - INVIERNO	Demanda Hídrica (m3/sg)	2.36
	Oferta Hídrica (m3/sg)	6.05
	Factor de Reducción	0.450
	Índice de Escasez	39.0

Tabla 22. Índice de escasez en el río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 22, el índice de escasez para la cuenca del río Las Ceibas tiene un porcentaje del 61.2 en época de verano, el cual hace referencia a una demanda alta; y del 39.0 en época de transición verano – invierno correspondiendo a una demanda apreciable.

1.7. AGROLOGÍA

1.7.1. Agrología y uso actual del suelo

1.7.1.1. Clasificación identificación de suelos de la zona de parcelación y ubicación de calicatas

1.7.1.1.1. Identificación de las unidades cartográficas de suelos de la zona

Se encontraron las siguientes unidades cartográficas para el estudio de la corriente del río las Ceibas relacionadas en la siguiente tabla.

UNIDAD	AREA (ha)	%
VXBa	729.72	26.98
PXEd3	267.67	9.90
PXEe3	410.39	15.17
PXAa	32.46	1.20
MXAd	334.96	12.38
MXAf2	929.47	34.37
TOTAL	2704.67	100.00

Tabla 23. Unidades cartográficas del río las ceibas

Fuente: Estudio General de Suelos del Dpto. Huila, 1994, FUNDISPROS, 2015

1.7.1.1.2. Identificación y marcación de calicatas en plano de serie de suelos

No	ESTE	NORTE	COTA (m.s.n.m)
1	867762.668	819241.771	535.251
2	872655.981	817639.389	546.253
3	878748.152	816008.569	575.301
4	877284.589	816811.001	507.024
5	879652.595	815665.676	649.228
6	881498.422	809506.205	798.345

Tabla 24. Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo de suelo Río Las Ceibas, Neiva-Huila

Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.7.1.2. Estudio y descripción de perfiles

1.7.1.2.1. Visita a campo descripción de perfiles en las calicatas

Con el fin de obtener la comprobación de suelos para el área de estudio, basados en la delimitación del estudio general de suelos del IGAC se identificaron 6 unidades cartográficas predominantes en el área de estudio, por ello, se decidió a realizar el análisis detallado de cada unidad mediante muestreos de la descripción completa de cada uno de los perfiles (calicatas), que se describen a continuación:

PERFIL DE SUELO 1

Unidad Cartográfica: VXBa
Unidad Taxonómica: Tropic Fluvaquents
Describió: FUNDISPROS
Fecha: Mayo de 2015
Localización: Vereda Ceibas, Mpio de Neiva-Huila
Altitud: 535 msnm
Paisaje: Valle
Tipo de Relieve: Terraza
Forma del terreno: Plano – Ligeramente ondulado
Pendiente: 0 - 3 %
Susceptibilidad a la erosión: No
Vegetación natural: Guácimo, Matarratón
Clima edáfico: Isohipertérmico
Régimen de humedad del suelo: Ústico
Profundidad efectiva: 50 cm
Inundabilidad: No
Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno
Uso actual: Algodón
Material Parental: No se observa

Descripción del perfil:

A 0-40 cm: Color Marrón Amarillento oscuro (10 YR 4/4), Límites quebrado difuso, Textura organoléptica Arenoso Franco, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase fina-media, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios pocos, Actividad de macroorganismos común, Raicillas muchas finas y medianas, rocosidad medias pocas 5%.

C1 40-70 cm; Color Marrón (10 YR 4/3), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura en bloques subangulares, Clase media, Grado moderado, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, ligeramente plástico, no pegajoso, Poros finos muchos y medios pocos, grandes pocos; Actividad de macroorganismos común, Raicillas muchas, Rocosidad medianas y pequeñas pocas.

C2 70-120 cm; Color Marrón (10 YR 5/3), Textura organoléptica Arenosa gravillosa, Estructura masiva, Clase suelta, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas pocas, Rocosidad grandes muchas 75 %. Deposito aluvial.

PERFIL DE SUELO 2

Unidad Cartográfica: PXEd3

Unidad Taxonómica: Typic Ustorthents

Describió: FUNDISPROS

Fecha: Mayo de 2015

Localización: Vereda Ceibas Afuera, Mpio de Neiva-Huila

Altitud: 546 msnm

Paisaje: Piedemonte

Tipo de Relieve: Terraza alta

Forma del terreno: Ligeramente ondulado

Pendiente: 3 - 7 %

Susceptibilidad a la erosión: Ligera

Vegetación natural: Caracolí, Guácimo, Yarumo, Payande

Clima edáfico: Isohipertérmico

Régimen de humedad del suelo: Ústico

Profundidad efectiva: 30 cm

Inundabilidad: Riego Superficial

Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno

Uso actual: Arroz

Material Parental: No se observa

Descripción del perfil:

A 0-30 cm: Color Marrón (10 YR 3/2), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase fina-media, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios pocos, Actividad de macroorganismos común, Raicillas muchas finas y medianas, rocosidad pequeñas pocas.

C1 30-50 cm; Color Marrón Amarillento oscuro (10 YR 4/4), Límites quebrado difuso, Textura organoléptica Arenoso, Estructura en bloques subangulares, Clase media, Grado moderado, Consistencia en seco muy dura, Consistencia en húmedo muy firme, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos; Actividad de macroorganismos poca, Raicillas no se observa, Rocosidad pequeñas pocas.

C2 50-120 cm; Color Marrón (10 YR 5/3), Textura organoléptica Arenosa, Estructura granular, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas no se observa, Rocosidad pequeñas pocas.

PERFIL DE SUELO 3

Unidad Cartográfica: PXEe3

Unidad Taxonómica: Typic Ustorthens

Describió: FUNDISPROS

Fecha: Mayo de 2015

Localización: Vereda El Centro, Mpio de Neiva-Huila

Altitud: 575 msnm

Paisaje: Piedemonte

Tipo de Relieve: Lomas

Forma del terreno: Ondulado

Pendiente: 5 – 20 %

Susceptibilidad a la erosión: Moderada

Vegetación natural: Guácimo, Yarumo

Clima edáfico: Isohipertérmico

Régimen de humedad del suelo: Ústico

Profundidad efectiva: 120 cm, Profunda

Inundabilidad: No

Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno

Uso actual: Pastos

Material Parental: Arenoso

Descripción del perfil:

A 0-30 cm: Color Marrón (10 YR 3/2), Límites quebrado difuso, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase media, Grado moderado, Consistencia en seco dura, Consistencia en húmedo firme, Consistencia en mojado, ligeramente plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios pocos, Actividad de macroorganismos común, Raicillas muchas finas y medianas, rocosidad pequeñas pocas y rocosidad superficial mucha.

B 30-95 cm; Color Marrón Amarillento oscuro (10 YR 3/4), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Arenoso Franco, Estructura en bloques subangulares, Clase gruesa-media, Grado moderado, Consistencia en seco dura, Consistencia en húmedo firme, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes; Actividad de macroorganismos poca, Raicillas comunes, Rocosidad pequeñas muchas.

C 95-120 cm; Color Marrón Amarillento (10 YR 5/6), Textura organoléptica Arenoso Franco, Estructura en bloques sub angulares, Clase media-fina, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas pocas, Rocosidad pequeñas pocas.

PERFIL DE SUELO 4

Unidad Cartográfica: PXAa

Unidad Taxonómica: Fluventic Haplustolls

Describió: FUNDISPROS

Fecha: Mayo de 2015

Localización: Vereda Ceibas Afuera, Mpio de Neiva-Huila

Altitud: 612 msnm

Paisaje: Piedemonte

Tipo de Relieve: Vega

Forma del terreno: Ligeramente Ondulado

Pendiente: 3 – 7 %

Susceptibilidad a la erosión: Ligera

Vegetación natural: Guácimo, Yarumo, Matarratón

Clima edáfico: Isohipertérmico,

Régimen de humedad del suelo: Ústico

Profundidad efectiva: 50 cm

Inundabilidad: No

Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno

Uso actual: Potrero

Material Parental: No se observa

Descripción del perfil:

A 0-40 cm: Color Marrón oscuro (7.5 YR 3/3), Límites quebrado claro, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase media-fina, Grado moderado, Consistencia en seco dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes, Actividad de macroorganismos común, Raicillas gruesas pocas y finas muchas, Rocosidad pequeñas y medianas comunes.

C1 40-60 cm; Color Marrón Amarillento oscuro (7.5 YR 4/4), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Arenoso gravilloso, Estructura masiva, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes; Actividad de macroorganismos común, Raicillas finas muchas, Rocosidad pequeñas, medianas y grandes muchas.

C2 60-120 cm; Color Marrón (10 YR 5/3), Textura organoléptica Arenoso, Estructura masiva, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas pocas, Rocosidad grandes muchas.

PERFIL DE SUELO 5

Unidad Cartográfica: MXAd

Unidad Taxonómica: Lithic Ustorthents

Describió: FUNDISPROS

Fecha: Mayo de 2015

Localización: Vereda Cebas Afuera, Mpio de Neiva-Huila

Altitud: 649 msnm

Paisaje: Montaña

Tipo de Relieve: Terraza

Forma del terreno: Ligeramente Ondulado

Pendiente: 5 – 10 %

Susceptibilidad a la erosión: Ligera

Vegetación natural: Guácimo, Cambulo, Matarratón, Diomate

Clima edáfico: Isohipertérmico

Régimen de humedad del suelo: Ústico

Profundidad efectiva: 80 cm

Inundabilidad: No

Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno

Uso actual: Cítricos

Material Parental: No se observa

Descripción del perfil:

A 0-35 cm: Color Marrón oscuro (10 YR 3/2), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase media-fina, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes, Actividad de macroorganismos común, Raicillas finas y medianas muchas, Rocosidad pequeñas pocas.

AC 35-45 cm: Color Negro (10 YR 2/1), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Franco Arenoso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase media-fina, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas comunes, Rocosidad medianas comunes.

C1 45-85 cm; Color Marrón muy oscuro (7.5 YR 2.5/2), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Arenoso gravilloso, Estructura masiva, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco dura, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios pocos; Actividad de macroorganismos pocas, Raicillas común, Rocosidad medianas muchas.

C2 85-120 cm; Color Marrón Amarillento (10 YR 5/6), Textura organoléptica Arenoso gravilloso, Estructura masiva, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas común, Rocosisidad grandes medianas y pequeñas muchas.

PERFIL DE SUELO 6

Unidad Cartográfica: MXAf2

Unidad Taxonómica: Typic Haplustolls

Describió: FUNDISPROS

Fecha: Mayo de 2015

Localización: Vereda Platanilla, Mpio de Neiva-Huila

Altitud: 798 msnm

Paisaje: Montaña

Tipo de Relieve: Vallecito

Forma del terreno: Ondulado

Pendiente: 5 – 10 %

Susceptibilidad a la erosión: Ligera

Vegetación natural: Cachimbo, Matarratón, Diomate

Clima edáfico: Isohipertérmico

Régimen de humedad del suelo: Ústico

Profundidad efectiva: 50 cm

Inundabilidad: No

Drenaje: Presenta drenaje natural, interno y externo bueno

Uso actual: Cacao

Material Parental: Sedimentos aluviales.

Descripción del perfil:

A 0-30 cm: Color Marrón oscuro (10 YR 3/3), Límites quebrado difuso, Textura organoléptica Franco, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase media, Grado moderado, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo friable, Consistencia en mojado, ligeramente plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes, Actividad de macroorganismos mucha, Raicillas grandes y medianas muchas, Rocosisidad pequeñas muchas y medianas comunes.

AC 30-45 cm: Color Marrón oscuro (10 YR 3/3), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Arenoso Franco gravilloso, Estructura tipo en bloques subangulares, Clase fina, Grado moderado, Consistencia en seco dura, Consistencia en húmedo firme, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios comunes, Actividad de macroorganismos común, Raicillas comunes, Rocosisidad medianas y pequeñas muchas.

C1 45-80 cm; Color Marrón muy oscuro (10 YR 4/4), Límites quebrado gradual, Textura organoléptica Arenoso, Estructura granular, Clase fina, Grado débil, Consistencia en seco ligeramente dura, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos medios pocos; Actividad de macroorganismos pocas, Raicillas poca, Rocosidad medianas y pequeñas muchas.

C2 80-120 cm; Color Marrón Amarillento (10 YR 5/6), Textura organoléptica Arenoso, Estructura masiva, Clase fina, Grado suelta, Consistencia en seco suelta, Consistencia en húmedo suelta, Consistencia en mojado, no plástico, no pegajoso, Poros finos muchos, Actividad de macroorganismos poca, Raicillas pocas, Rocosidad grandes medianas y pequeñas muchas. Material gravilloso y arenoso.

1.7.1.3. Estudio de las propiedades hidrofísicas en el suelo

FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE DEL RIO LAS CEIBAS
QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

Nº PERFIL	UNIDAD DE SUELO	MUESTRA LAB.	PROF.HO RIZ. (cm)	COLOR	FRACCION (%)	TEXTURA	Da g.cm-3	Dr g.cm-3	POROSIDAD (%)	HUMEDAD			Ib (cm/hr)	K (m/día)
										CC 0.3 bar (%)	PMP 15 bar (%)	AGUA APROV. (%)		
1	VXBa	1A	0-40	10 YR 4/4	A 68.0 L 23.7 Ar 8.3	FA	1.36	2.57	47.09 media	22.93	8.48	14.45	0.85 Moderadamente Lenta	3.08 Alta
		1C1	40-70	10 YR 4/3	A 63.0 L 29.7 Ar 7.3	FA								
		1C2	70-120	10 YR 5/3	A 92.0 L 2.7 Ar 5.3	A								
2	PXEd3	2A	0-30	10 YR 3/2	A 91.0 L 2.0 Ar 7.0	A	1.72	2.65	35.27 muy baja	5.70	1.93	3.77	11.10 Moderadamente rápida	2.87 Alta
		2C1	30-50	10 YR 4/4	A 92.0 L 2.7 Ar 5.3	A								
		2C2	50-120	10 YR 5/3	A 92.0 L 2.7 Ar 5.3	A								
3	PXEd3	3A	0-30	10 YR 3/2	A 89.0 L 5.0 Ar 6.0	A	1.64	2.63	37.70 muy baja	13.53	4.78	8.75	1.54 Moderadamente Lenta	1.29 Alta
		3B	30-95	10 YR 3/4	A 88.7 L 4.0 Ar 7.3	AF								
		3C	95-120	10 YR 5/6	A 84.0 L 6.7 Ar 9.3	AF								
4	PXAa	4A	0-40	7.5 YR 3/3	A 78.0 L 12.0 Ar 10.0	FA	1.62	2.37	31.65 muy baja	20.81	9.54	11.27	0.79 Moderadamente lenta	1.80 Alta
		4C1	40-60	7.5 YR 4/4	A 91.0 L 2.0 Ar 7.0	A								
		4C2	60-120	10 YR 5/3	A 92.0 L 2.7 Ar 5.3	A								

Nº PERFIL	UNIDAD DE SUELO	MUESTRA LAB.	PROF.HO RIZ. (cm)	COLOR	FRACCION (%)	TEXTURA	Da g.cm-3	Dr g.cm-3	POROSIDAD (%)	HUMEDAD			Ib (cm/hr)	K (m/día)
										CC 0.3 bar (%)	PMP 15 bar (%)	AGUA APROV. (%)		
5	MXAd	5A	0-35	10 YR 3/2	A 74.00 L 12.70 Ar 13.30	FA	1.74	2.82	38.11 muy baja	20.36	11.42	8.94	16.73 Rápida	2.55 Alta
		5AC	35-45	10 YR 2/1	A 84.7 L 6.0 Ar 9.3	AF								
		5C1	45-85	7.5 YR 2.5/2	A 92.7 L 2.0 Ar 5.3	A								
		5C2	85-120	10 YR 5/6	A 92.7 L 2.0 Ar 5.3	A								
6	MXAf2	3A	0-30	10 YR 3/3	A 74.0 L 13.7 Ar 12.3	FA	1.54	2.31	33.33 muy baja	20.58	9.95	10.63	35.99 Muy Rápida	6.25 Muy Alta
		AC	30-45	10 YR 3/3	A 76.0 L 10.7 Ar 13.3	FA								
		3C1	45-80	10 YR 4/4	A 74.0 L 12.7 Ar 13.3	FA								
		3C2	80-120	10 YR 5/6	A 72.7 L 12.0 Ar 15.3	FA								

Tabla 25. Propiedades físicas de las unidades cartográficas, Río las Ceibas – Neiva - Huila
Fuente: FUNDISPROS, 2015

1.7.1.3.1. Clasificación del contenido de elementos mayores y menores en los suelos pH %M.O, C.I.C relación C/N y saturación de bases

PARÁMETRO	PERFIL	1	2	3	4	5	6
	UNIDAD CARTOGRÁFICA	VXBa	PXEd3	PXEe3	PXAa	MXAd	MXAf2
Profundidad de la muestra	cm	0-40	0-30	0-30	0-40	0-35	0-30
Textura	organoléptica	FA	A	A	FA	FA	FA
pH	-	6.5	5.9	6.6	6.5	6.8	6.8
Densidad aparente	g.cm ⁻³	1.36	1.72	1.64	1.62	1.74	1.54
Acidez intercambiable	c-mol(+)/Kg	-	-	-	-	-	-
CIC	c-mol(+)/Kg	7.99	2.97	10.16	12.20	17.65	16.38
CO	%	0.68	0.32	0.64	1.13	1.59	1.21
MO	%	1.17	0.55	1.10	1.95	2.74	2.09
Potasio	c-mol(+)/Kg	0.10	0.05	0.19	0.13	0.60	0.94
Calcio	c-mol(+)/Kg	9.86	1.81	6.18	9.25	18.50	13.02
Magnesio	c-mol(+)/Kg	1.82	0.36	1.63	1.80	2.62	1.87
Sodio	c-mol(+)/Kg	0.15	0.13	0.14	0.16	0.34	0.63
Aluminio	c-mol(+)/Kg	-	-	-	-	-	-
Fosforo	ppm	63.90	20.20	18.85	40.99	31.51	18.43
Azufre	ppm	9.86	19.41	10.17	11.05	16.79	16.40
Boro	ppm	0.17	0.12	0.0	0.51	0.49	0.35
Hierro	ppm	73.50	88.78	49.04	143.88	88.44	78.71
Cobre	ppm	3.99	0.48	0.49	3.42	1.43	2.55
Manganeso	ppm	18.48	3.35	7.72	13.16	16.85	18.69
Zinc	ppm	3.37	4.22	0.67	1.95	2.44	1.82
Bases Totales	c-mol(+)/Kg	11.93	2.35	8.14	11.34	22.06	16.46
Saturación de Bases	%	>100	79.12	80.12	92.95	>100	>100
Relación Ca/Mg	-	5.41	5.02	3.79	5.13	7.06	6.96
Relación (Ca/Mg)/K	-	116.8	43.5	1.48	85.0	35.2	15.84
Relación Mg/K	-	18.2	7.2	8.57	13.84	4.37	1.99

Tabla 26. Propiedades químicas unidades cartográficas, Río las Ceibas, Neiva - Huila
Fuente: FUNDISPROS, 2015

- Contenido nutricional relación carbono nitrógeno C/N

unidad	%CO	%MO	% N total	%N aprovechable	N ppm	Relación C/N	Interpretación
VXBa	0.680	1.172	0.059	0.00088	8.792	11.53	Medio
PXEd3	0.320	0.552	0.028	0.00041	4.138	11.43	Medio
PXEe3	0.640	1.103	0.055	0.00083	8.275	11.64	Medio

unidad	%CO	%MO	% N total	%N aprovechable	N ppm	Relación C/N	Interpretación
PXAa	1.130	1.948	0.097	0.00146	14.611	11.65	Medio
MXAd	1.590	2.741	0.137	0.00206	20.559	11.61	Medio
MXAf2	1.210	2.086	0.104	0.00156	15.645	11.63	Medio

Tabla 27. Contenidos de M.O, C.O., Nitrógeno total, nitrógeno
Fuente: FUNDISPROS, 2015

- **Saturación de bases**

PERFIL	UNIDAD CARTOGRÁFICA	SATURACIÓN DE BASES %	CLASIFICACIÓN
1	VXBa	>100	Alto
2	PXEd3	79.12	Alto
3	PXEe3	80.12	Alto
4	PXAa	92.95	Alto
5	MXAd	>100	Alto
6	MXAf2	>100	Alto

Tabla 28. Saturación de bases en los seis perfiles estudiados
Fuente: FUNDISPROS, 2015

En todos los suelos estudiados la saturación de bases es superior al 50% clasificado como alto, además en el resultado del análisis de suelos no se detectó acidez intercambiable, así que la disponibilidad de las bases estará limitada solo por las relaciones catiónicas entre elementos. En la siguiente tabla se muestra las relaciones entre las bases del suelo y su interpretación.

PERFIL	Ca/Mg	INTERPRETACIÓN	Mg/K	INTERPRETACIÓN	(Ca+Mg)/K	INTERPRETACIÓN
1	5.41	Alta	18.2	Deficiencia de K	116.8	K deficiente
2	5.02	Alta	7.2	Alta	43.5	K deficiente
3	3.79	Alta	8.57	Alta	1.48	Baja
4	5.13	Alta	13.84	Alta	85.0	K deficiente
5	7.06	Alta	4.37	Alta	35.2	Alta
6	6.96	Alta	1.99	Baja	15.84	alta

Tabla 29. Relaciones catiónicas para los seis perfiles estudiados
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Como se observa en la tabla anterior, los suelos representados por los perfiles 1, 2 y 4, las relaciones catiónicas generan deficiencias de potasio principalmente.

1.7.1.3.2. Realización de planes de fertilización para los cultivos proyectados

Antes de proponer un plan de fertilización, se debe realizar un estudio acerca de la necesidad de enmiendas en el suelo. Dada la naturaleza saturada de los suelos y la ausencia de acidez intercambiable, no es necesaria la aplicación de enmiendas, pero se recomienda la aplicación de materia orgánica para mejorar las propiedades físico-químicas.

Los principales cultivos para el presente estudio son: Pastos y arroz, los planes de fertilización que se muestran a continuación se hicieron para un cultivo en estado de producción.

- **Requerimientos nutricionales para los cultivos proyectados y antecedentes de respuesta agronómica**

CULTIVO	Requerimiento de elementos mayores (kg/tonelada de producto)						Requerimiento de elementos menores (g/tonelada del producto)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Mn	Cu
Cacao	36	11,5	47	4	5	-	-	-	-	-	-
Arroz	20,5	5,7	23	5,3	3,2	3,3	230	19,5	21,1	103	13,3
Pastos	8.3	2.6	17.8	2	2	0.7	1.3	0.01	0.02	0.08	0.07

Tabla 30. Niveles de extracción de nutrientes para los cultivos proyectados

Fuente: Efectos de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de cacao en Colombia, INPOFOS, 1999., Factores que afectan la eficacia en el cultivo de arroz, FEDEARROZ, 2000

Como se aprecia en la tabla anterior los requerimientos de nutrientes están expresados en relación a la cantidad de producto cosechado, es decir el plan de fertilización dependerá de la meta de rendimiento en la zona escogida.

- **Recomendaciones de fertilización para Pastos**

Se hacen las recomendaciones para pasto brachiaria, para una producción de 9 ton/ha

Unidad Cartográfica VXBa, Perfil 1:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	116.88	53.76							
TOTAL		53.76							

Tabla 31. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad cartográfica VXBa, se recomienda incorporar gallinaza estabilizada en cantidad de 2.5 ton/ha en mezcla con 700 kg/ha de cal dolomita en los primeros 20 cm con arado dos meses antes de la siembra del pastizal para mayor efectividad. Se recomienda aplicar urea (2.5 bultos) por hectárea.

Fraccionar la aplicación de los fertilizantes durante la época del crecimiento del pastizal preferiblemente al inicio del periodo de lluvias, aplicar al voleo o con maquina esparcidora para mayor uniformidad en la distribución, consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidad Cartográfica PXEd3, Perfil 2:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	231.90	106.68							
KCl	154.71			77.36					
TOTAL		106.68		77.36					

Tabla 32. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad cartográfica PXEd3, se recomienda incorporar gallinaza estabilizada en cantidad de 2.5 ton/ha en mezcla con 700 kg/ha de cal dolomita en los primeros 20 cm con arado dos meses antes de la siembra del pastizal para mayor efectividad. Se recomienda aplicar urea (5 bultos) por hectárea y cloruro de potasio en cantidad de (1.5 bultos) por hectárea.

Fraccionar la aplicación de los fertilizantes durante la época del crecimiento del pastizal preferiblemente al inicio del periodo de lluvias, aplicar al voleo o con maquina esparcidora para mayor uniformidad en la distribución. Consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidad Cartográfica PXEe3, Perfil 3:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Urea	147.66	67.92									
Agrimins	18	1.44	0.9		3.24	1.08	0.29	0.18	0.45	0.001	0.14
TOTAL		69.36	0.9		3.24	1.08	0.29	0.18	0.45	0.001	0.14

Tabla 33. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad cartográfica PXEe3, se recomienda incorporar gallinaza estabilizada en cantidad de 2.5 ton/ha en mezcla con 700 kg/ha de cal dolomita en los primeros

20 cm con arado dos meses antes de la siembra del pastizal para mayor efectividad. Se recomienda aplicar urea (3 bultos) por hectárea y Agrimins en cantidad de (1/2 bulto) por hectárea.

Fraccionar la aplicación de los fertilizantes durante la época del crecimiento del pastizal preferiblemente al inicio del periodo de lluvias, aplicar al voleo o con maquina esparcidora para mayor uniformidad en la distribución, consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidades Cartográficas PXAa, MXAd Perfiles 4 y 5:

Para las unidades cartográfica PXAa y MXAd, se recomienda incorporar gallinaza estabilizada en cantidad de 2.5 ton/ha en mezcla con 700 kg/ha de cal dolomita en los primeros 20 cm con arado dos meses antes de la siembra del pastizal para mayor efectividad. Se recomienda aplicar urea (1.5 bultos) por hectárea, Fraccionar la aplicación de los fertilizantes durante la época del crecimiento del pastizal preferiblemente al inicio del periodo de lluvias, aplicar al voleo o con maquina esparcidora para mayor uniformidad en la distribución, consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidad Cartográfica MXAf2, Perfil 6:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Urea	10.42	4.79									
TOTAL		4.79									

Tabla 34. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAf2

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad cartográfica MXAf2, se recomienda incorporar gallinaza estabilizada en cantidad de 2.5 ton/ha en mezcla con 700 kg/ha de cal dolomita en los primeros 20 cm con arado dos meses antes de la siembra del pastizal para mayor efectividad. Se recomienda aplicar urea (3 bultos) por hectárea y Agrimins en cantidad de (1/2 bulto) por hectárea.

Fraccionar la aplicación de los fertilizantes durante la época del crecimiento del pastizal preferiblemente al inicio del periodo de lluvias, aplicar al voleo o con maquina esparcidora para mayor uniformidad en la distribución, consultar con el asistente técnico del cultivo.

- **Recomendaciones de fertilización para Arroz**

El plan de fertilización se realiza para la Variedad fedearroz 50, para una producción promedio de 6 ton/ha:

Unidad Cartográfica VXBa, Perfil 1:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	326.88	150.36							
KCl	276.00			138.00					
TOTAL		150.36		138.00					

Tabla 35. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad VXBa, incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar urea (6.5 bultos/ha), se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación, aplicar cloruro de potasio KCl (5.5 bultos/ha), aplicar la mitad a los 25 días y el resto a los 50 días. Se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

Unidad Cartográfica PXEd3, Perfil 2:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
DAP	150	27	69						
Urea	300	138							
KCl	325			162.5					
TOTAL		165	69	162.5					

Tabla 36. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad PXEd3, se recomienda incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar DAP (3 bultos/ha), aplicar la mitad al momento de la siembra y la otra mitad a los 45 días después de la germinación, Urea (6 bultos/ha) se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación y KCl (6.5 bultos/ha), aplicar la mitad a los 25 días y el resto a los 50 días, se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

Unidad Cartográfica PXEe3, Perfil 3:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Urea	357.66	164.52									
KCl	276			138							
Agrimins	23.40	1.87	1.17		4.21	1.40	0.37	0.18	0.23	0.001	0.59
TOTAL		166.39	1.17	138	4.21	1.40	0.37	0.18	0.23	0.001	0.59

Tabla 37. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad PXEe3, se recomienda incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar Urea (7 bultos/ha), se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación, KCl (5.5 bultos/ha), aplicar la mitad a los 25 días y el resto a los 50 días, Agrimins (1/2 bulto por hectárea) Se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

Unidad Cartográfica PXAa, Perfil 4:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	123.16	56.65							
KCl	276.00			138.00					
TOTAL		56.65		138.00					

Tabla 38. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXAa

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad PXAa, se recomienda incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar Urea (2.5 bultos/ha), se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación, KCl (5.5 bultos/ha) aplicar la mitad a los 25 días y el resto a los 50 días, Se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

Unidad Cartográfica MXAd, Perfil 5:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	128.89	59.29							
TOTAL		59.29							

Tabla 39. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad MXAd, se recomienda incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar Urea (2.5 bultos/ha) se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación, Se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

Unidad Cartográfica MXAf2, Perfil 6:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn
Urea	220.42	101.39							
TOTAL		101.39							

Tabla 40. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para la unidad MXAd, se recomienda incorporar antes de la siembra gallinaza compostada en cantidad de 2 ton/ha en mezcla con 600 kg/ha de cal dolomita para mejorar las características físico-químicas del suelo y retención de humedad. Se recomienda aplicar Urea (2.5 bultos/ha) se debe aplicar 1/3 a los 20-25 días, después de la germinación 1/3 a los 45-50 días y el tercio restante a los 65 a 75 días después de la germinación, Se aconseja aplicar al voleo preferiblemente con maquina esparcidora para mayor uniformidad y eficiencia.

- **Recomendaciones de fertilización para Cacao**

Unidad Cartográfica VXBa, Perfil 1:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Urea	105.14	48.36									
KCl	188.00			94.00							
Sulfato de amonio	12.41	2.48					2.85				
Agrimins	75.04	6.00	3.75	3.75	13.51	4.5	1.2	0.75	1.88	0.004	0.56
TOTAL		56.86	3.75	97.75	13.51	4.5	4.05	0.75		0.004	0.56

Tabla 41. Clasificación de los elementos nutricionales unidad VXBa
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad VXBa aplicar; Urea (2 bultos/ha), KCl (4 bultos/ha), Sulfato de amonio (1/2 bulto/ha) y Agrimins (1.5 bultos/ha), el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo. Consultar con el asistente técnico del cultivo

Unidad Cartográfica PXEd3, Perfil 2:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Urea	220.16	101.28									
KCl	188			94							
Agrimins	136.16	10.89	6.81		24.51	8.17	2.18	1.36	3.4	0.01	1.02
TOTAL		112.17	6.81	94	24.51	8.17	2.18	1.36	3.4	0.01	1.02

Tabla 42. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEd3
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad PXEd3 aplicar Urea (4.5 bultos/ha), KCl (4 bultos/ha), Agrimins (3 bultos/ha) el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo. Consultar con el asistente técnico del cultivo

Unidad Cartográfica PXEe3, Perfil 3:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Sulfato de amonio	434.47	86.89					99.93				
KCl	188			94							
Bórax	17.26						2.60				
Agrimins	18.40	1.47	0.92		3.31	1.10	0.29	0.18	0.46	0.001	0.14
TOTAL		88.36	0.92	94	3.31	1.10	100.2	2.78	0.46	0.001	0.14

Tabla 43. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXEe3

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad PXEe3 aplicar Sulfato de amonio (9 bultos/ha), KCl (4 bultos/ha) Borax (1/2 bulto por hectárea) y Agrimins (1 bultos/ha), el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo, consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidad Cartográfica PXAa, Perfil 4:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Sulfato de amonio	246.92	49.38					56.79				
KCl	188			94							
TOTAL		49.38		94			56.79				

Tabla 44. Clasificación de los elementos nutricionales unidad PXAa
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad PXAa, aplicar sulfato de amonio (5 bultos/ha), KCl (4 bultos/ha), el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo, consultar con el asistente técnico del cultivo.

Unidad Cartográfica MXAd, Perfil 5:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
UREA	111.52	51.30									
DAP	115	20.70	23								
TOTAL		72.0	23								

Tabla 45. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAd
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad MXAd, aplicar Urea (2 bultos/ha) y DAP (2.5 bultos/ha), el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo, consultar con el asistente técnico del cultivo

Unidad Cartográfica MXAf2, Perfil 6:

FUENTE	Cantidad (Kg/ha)	Aporte nutrientes (Kg/ha)									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B	Zn	Mo	Cu
Sulfato de amonio	210.71	42.14					48.46				
TOTAL		42.14					48.46				

Tabla 46. Clasificación de los elementos nutricionales unidad MXAf2
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Se recomienda para la unidad MXAf2, aplicar Sulfato de amonio (4 bultos/ha), el fertilizante debe fraccionarse tres veces al año para mayor eficiencia aplicando al inicio de la época de lluvias la cantidad de 200 gr árbol.

Las distancias para su aplicación serian: para el primer año a los 50 cm del tallo, al segundo año a 80 cm de distancia, dentro del tercer y sexto año a 110 cm y a partir del séptimo año a 150 cm del tronco, en forma circular alrededor de la planta, el fertilizante debe quedar tapado con hojarasca o con suelo. Consultar con el asistente técnico del cultivo

1.7.1.4. Estudio de la caracterización agrologica

1.7.1.4.1. Realización de la clasificación taxonómica de suelos del área del proyecto

El suelo, conforme actúan factores y procesos formadores, va adquiriendo un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas con una dimensión horizontal y otra vertical. Como regla general, el contenido en materia orgánica y la actividad biológica decrecen con la profundidad. Las variaciones producidas en la componente horizontal se pueden deber a cambios en factores naturales como vegetación o topografía o variaciones con su uso/manejo tales como actividades agrícolas, ganaderas o forestales.

La descripción de los suelos en el área de estudio, se realizó según los parámetros establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en el Estudio General de Suelos del departamento del Huila 1994; la información suministrada por el IGAC consiste en una categorización del tipo de relieve presentes en cada paisaje, que se caracteriza por tener condiciones similares en cuanto a clima, topografía y materiales parentales, La descripción de los suelos se representa por un símbolo compuesto por tres letras mayúsculas que hacen relación a paisaje, clima y suelos. Estas letras están acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican rangos de pendientes (letras minúsculas) siguiendo de un número para grados de erosión que aparece cuando es necesario. Se registran para el área de estudio diferentes suelos que se describe a continuación:

Suelos de los valles de clima cálido seco y muy seco

En este paisaje se agrupan los suelos situados en las alturas menores a 1000 msnm con temperaturas mayores a 24°C que corresponden a las formaciones vegetales de bosque seco y muy seco tropical. Las unidades se localizan principalmente en el valle geográfico del río Magdalena y sus diferentes afluentes al centro y norte del departamento. Dentro de este paisaje se encuentran tipo de relieve, en vegas, terrazas y taludes, que se formaron a partir de aluviones de variada granulometría.

Complejo: Fluventic Ustropepts - Aquic Ustropepts (VXB)

Suelos localizados en los tipos de relieve de vegas, en superficies de relieve plano a ligeramente plano, en forma de fajas estrechas y alargadas a orillas de los Ríos. La vegetación natural está destruida, solo se encuentran esporádicamente especies de caracolí, guácimo, alcaparro, acacias, matarratón, carbonero, fruta de burro, samán y otras especies nativas.

Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones recientes de texturas finas y moderadas, profundos a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados, limitados en su profundidad por las fluctuaciones del nivel freático durante el año.

En el punto de muestreo de esta unidad se halló un suelo Tropic Fluvaquents, moderadamente profundo, poco evolucionado, de perfil tipo AC, caracterizado por presentar un horizonte A de textura franca, color pardo amarillento oscuro, estructura en bloques subangulares, el C está dividido en varios horizontes, de color marrón, de consistencia suelta con presencia de abundante gravilla y cascajo.

- Se encontraron las siguientes fases:

VXBa: Suelos de relieve plano, con pendientes 0-3%

Suelos de piedemonte en clima cálido seco y muy seco

Se describen aquí los suelos que se encuentran a menos de 1000 msnm y al pie de las estribaciones de las cordilleras oriental y central, en posición intermedia entre las superficies planas del valle magdalena y las laderas del paisaje de montaña.

Estas superficies varían en relieves desde plano e inclinado hasta fuertemente quebrado y moderadamente escarpado en las disecciones, con predominio de las pendientes entre el 12 y el 25%, frecuentemente están afectados por procesos de escurrimiento difuso y concentrado y erosión ligera a muy severa. Este paisaje está conformado por una asociación de los siguientes tipos de relieve: glacis, colinas y lomas, abanicos y conos, vallecitos estrechos, escarpes y taludes, están formados por materiales de diferente naturaleza originado por un tipo de relieve denominado glacis de erosión que se encuentra dentro de un régimen Ústico e isohipertérmico.

Asociación Lithic Ustorthents – Typic Ustorthents (PXE).

Esta unidad se localiza en alturas menores a los 800 m.s.n.m. sobre los tipos de relieve de colinas y lomas, caracterizados por un relieve que va desde ligeramente plano hasta escarpado, con pendientes 3-7-12% y 12-25 y 50% en algunos sectores 50-75% con evidencias de procesos erosivos hídrica laminar, en surcos, terracetas y cárcavas con grados moderados a severos.

El uso natural corresponde a una vegetación natural, con muy altos porcentajes de destrucción quedando solo algunas especies nativas como cruceto, mosquerillo, patillo, diente de perro. La ganadería es de tipo extensivo con pastos naturales y rastrojos.

El material sobre el cual se han desarrollado estos suelos son tobas areniscas, tobáceas y conglomerados no consolidados. El régimen de humedad predominante es ústico y de temperatura isohipertérmica. El drenaje natural es bien drenado.

Son suelos con muy poco o ningún desarrollo pedogenético donde los procesos erosivos han incidido en la pérdida de los primeros horizontes. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad; observándose solo algunas especies nativas. La poca ganadería que existe es de tipo muy extensiva con pastos naturales.

Los suelos Lithic Ustorthents se presentan en las áreas fuertemente quebrados y escarpadas. Son suelos sin ningún desarrollo pedogenético, de perfil tipo ACR, donde el horizonte A es de color pardo grisáceo, textura franco arcillo arenosa, estructura débil y consistencia friable en húmedo que descansa indistintamente sobre un horizonte C de color oliva y textura arenosa o directamente sobre el horizonte R conformado por un estrato de arenisca tobácea, dura y continua con concreciones calcáreas.

Son suelos de reacción neutra o ligeramente alcalina; de capacidad catiónica de cambio alta en superficie y media en profundidad; saturaciones y contenidos de fósforo y potasio. No obstante la materia orgánica y el nivel de fertilidad son bajos.

Los suelos Typic Ustorthents se localizan en las zonas de menor pendiente, son suelos de poco desarrollo pedogenético a excepción de un horizonte ócrico, limitados en profundidad por la presencia de materiales gruesos (piedras). El perfil es de tipo AC, cuyo horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arenosa-gravilla, estructura de bloques subangulares medios y débil consistencia friable, los horizontes C son de color pardo oscuro, textura franco arenosa – pedregosa y sin estructura.

Químicamente son de reacción ligeramente ácida, la capacidad catiónica de cambio es media y la saturación de bases es alta los contenidos de fósforo y carbono orgánico son bajos mientras que los de calcio y magnesio son medios, los niveles de fertilidad son bajos.

- Se encontraron las siguientes fases:

PXEb: Suelos con relieve ligeramente ondulado y pendientes 3-7%

PXEd3: Suelos con relieve quebrado y pendientes 12-25%

PXEe3: Suelos con relieve fuertemente quebrado 25-50%

Asociación Typic Ustropepts- Fluventic Haplustolls (PXA)

Los suelos correspondientes a esta asociación se localizan sobre los tipos de relieve denominados Glacis de erosión en centro y norte del departamento en zonas aledañas al valle del Magdalena. Se han originado a partir de materiales coluvio-aluviales, arcillosos y pedregosos, dentro de la superficie plana e inclinados con algunos sectores fuertemente inclinados hacia la cabeza del glacis. Son profundos a moderadamente profundos y bien a moderadamente drenados.

Actualmente se dedican a cultivos de plátano, yuca y a ganadería extensiva con pastos naturales. La vegetación natural ha sido talada casi en su totalidad, pues, solo existen algunas especies nativas.

Los suelos Typic Ustropepts, se localizan en las áreas moderadamente inclinadas de pendientes 7-12%. El perfil del tipo ABC, muestra un horizonte A delgado de color pardo a pardo oscuro, textura franco arcillo-arenosa, estructura blocosa fina y consistencia friable; horizonte B de buen espesor es de color amarillento, textura arcillosa, estructura con tendencia blocosa y consistencia friable a firme; el horizonte C muestra dos capas de color pardo amarillento claro y gris pardusco claro, de textura arcillosa, sin estructura, (masiva) y consistencia firme. La profundidad es moderada.

Los suelos Fluventic Haplustoll se encuentran en áreas quebradas de pendientes de 12 a 25%, estos son de tipo ABC, cuyo horizonte A es de buen espesor de color pardo grisáceo oscuro, texturas medias, estructura blocosa y consistencia firme, son suelos moderadamente profundos limitados por cascajo, gravilla y pedregones en profundidad.

- Se encontraron las siguientes fases:

PXAa: Suelos con relieve plano y pendientes 0-3%

Suelos de montaña de clima cálido seco a muy seco

Se describen aquí los suelos del paisaje de montañas que se encuentran en menos de 1000 metros de altitud y que de acuerdo con Holdridge pertenecen a zonas de vida de bosque seco y muy seco tropical. En su mayor parte son de relieve erosional como filas y vigas, hogbeck y escarpes, de pendientes fuertes, mayores al 50%, los relieves más suaves corresponden a lomas y colinas o a las superficies inclinadas de los estratos geológicos que forman los relieves de barras, crestones y cuestas, de pendientes menores del 25%.

Los suelos que se observan en las colinas y lomas son superficiales a moderadamente profundos, generalmente arcillosos, de perfil ABC, bien a excesivamente drenados. Químicamente dan reacción neutra, en los primeros horizontes y alcalina en el resto, la capacidad catiónica de cambio es alta a media y la saturación de bases alta. El nivel de fertilidad es alto.

Asociación: Typic Haplustolls- Typic Ustropepts (MXA)

Esta unidad se localiza principalmente en el franco occidental de la cordillera Oriental. La vegetación natural, en su mayor parte, consiste de chaparro y trupillo, especies propias de un medio ambiente de clima muy seco. Los suelos se han desarrollado en terrenos de relieve fuertemente ondulado a fuertemente escarpado, con pendientes de 12%, 25%, 50% y ocasionalmente de 75%.

El material parental consiste en areniscas tobáceas, lutitas y arcillas calcáreas o no, son suelos con buen desarrollo pedogenético, que presentan perfiles con secuencia de horizontes de tipo ABC, bien estructurados, superficiales a moderadamente profundos, limitados por arcillas compactadas o por la roca en las áreas de mayor pendiente. Tienen drenaje natural excesivo a bien drenado.

Dentro de la unidad cartográfica se encuentran los suelo typic Haplustolls 40%, Typic Ustropepts 35%, e inclusiones de Ustoxic Dystropepts Lithic Ustorthens. Los suelos Typic Haplustolls del área de estudio se localizan en las laderas de las lomas y colinas, en pendientes de 12 a 25% y relieve fuertemente ondulado, el perfil muestra una secuencia de horizontes A, AC, C1 Y C2. El horizonte A es de color

pardo oscuro de textura franco arenosa y estructura blocosa, de consistencia friable, El horizonte AC de color pardo a pardo oscuro es de textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia firme, los horizontes C, van de color pardo muy oscuro a pardo amarillento, de textura franco arenosa, estructura masiva, son suelos moderadamente profundos.

Los Typic Ustropepts se encuentran ampliamente distribuidos en los aplanamientos o cimas de las colinas y lomas de relieve ligero a moderadamente quebrado, son suelos bien evolucionados de perfil ABC, presentan un horizonte superficial A de color pardo a pardo oscuro, de texturas moderadamente finas, estructura blocosa y consistencia friable, sigue un horizonte Bw de color pardo fuerte, texturas finas, estructura blocosa bien desarrollada y consistencia firme, el horizonte C es de amplio espesor de color gris pardusco claro a oliva pálido de textura arcillosa en superficie a franco arenosa en profundidad sin ningún desarrollo estructural y de consistencia firme a friable.

Las inclusiones de Lithic Ustorthens del área de estudio, se encontró en las partes del relieve ligeramente ondulado, en pendientes menores al 50% presentan un horizonte A de color pardo oscuro, texturas moderadamente gruesas, estructura blocosa y consistencia friable, sigue un horizonte transicional AC de color negro, de texturas moderadamente gruesas, estructura en bloques subangulares, y de consistencia suelta. Seguido de una secuencia de horizontes C, de marrón muy oscuro a pardo amarillento, textura arenosa gravillosa, estructura masiva, con abundante rocosidad.

- Se encontraron las siguientes fases:

MXAF2: Suelos de relieve moderadamente escarpado, pendiente 50-75% y erosión moderada

MXAd: Suelos de relieve fuertemente ondulados y pendientes 12-25%

1.7.1.4.2. Clasificación de las tierras por su capacidad agrológica

Se identificaron las siguientes clases de tierra teniendo en cuenta su capacidad de uso para el área de estudio en las cuenca del Río Las Ceibas basándose en la información del estudio general de suelos del Departamento del Huila, 1994 y el plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio de Neiva, 2009.

CLASE	AREA (Ha)	%
8	1102.58	33.12
7s	45.72	1.37
7sec	1011.01	30.37
6sec	27.97	0.84

CLASE	AREA (Ha)	%
5sh	762.18	22.90
4sec2	8.33	0.25
4sec1	334.96	10.06
3sec	36.21	1.09
TOTAL	3328.96	100.00

Tabla 47. Clases agrologicas del área de estudio, Rio Las Ceibas, Neiva-Huila

Fuente: POT MPIO NEIVA, 2009, modificado por FUNDISPROS, 2015

Subclase 3sec. Las tierras que conforman esta subclase presentan relieve plano a inclinado con pendientes de 0 a 12%, ubicados en el piso térmico cálido, donde cultivos como la caña de azúcar, maíz, sorgo, tabaco, soya, ajonjolí, plátano y arroz, dan buenos resultados con riego. Ganadería extensiva como levante y ceba, mejorando potreros con pasto resistentes a la sequía como el puntero, trenza, angletón, guinea, y leguminosas. Los limitantes del uso son: factores climáticos, la susceptibilidad a la erosión y la profundidad efectiva del suelo.

Subclase 4sec1. Los suelos de esta subclase es de relieve plano a ligera y fuertemente ondulado, con pendientes entre 0 al 7% y 12 a 25%, superficiales hasta moderadamente profundos, actividad agropecuaria limitada debido a las deficientes precipitaciones, presencia de piedra y cascajo, igualmente de sales, susceptibilidad a la erosión y fertilidad media a baja. Pueden ser aptos para ganadería extensiva de tipo engorde-levante, cultivos limpios con riego como algodón, maíz, maracuyá, tabaco, badea, tomate y de cobertura como caña, sorgo, soya y pasto de corte al igual que arroz en las partes planas.

Subclase 4sec2. Los suelos de esta subclase es de relieve plano a ligera y fuertemente ondulado, con pendientes entre 0 al 7% y 12 a 25%, superficiales hasta moderadamente profundos, actividad agropecuaria limitada debido a las deficientes precipitaciones, presencia de piedra y cascajo, igualmente de sales, susceptibilidad a la erosión y fertilidad media a baja. Pueden ser aptos para ganadería extensiva de tipo engorde-levante, cultivos limpios con riego como algodón, maíz, maracuyá, tabaco, badea, tomate y de cobertura como caña, sorgo, soya y pasto de corte al igual que arroz en las partes planas.

Subclase 5sh. Esta subclase se caracteriza por su drenaje natural pobre, es su mayor limitante, son suelos de poca profundidad efectiva superficial y algunos moderadamente profundos, limitados por horizontes arcillosos compactos y con presencia de sales. En clima cálido son aptos para cultivos de arroz utilizando el sistema de fanguero como práctica de riego, para ganadería extensiva con mejoramiento y rotación de potreros. El sorgo y el ajonjolí responden bien como cultivos de rotación implementando prácticas de drenaje.

Subclase 6sec. Suelos ligeramente ondulados hasta fuertemente quebrado y algunos sectores planos, con procesos erosivos moderados, pendientes entre 0 a 7% y 25 a 50%, limitados por horizontes arcillosos compactados y sales. Presenta limitaciones severas por déficit de lluvias, pendientes fuertes, profundidad efectiva y erosión laminar o en cárcavas de grado moderado. Se recomiendan para pastos de corte resistentes a la sequía con mejoramiento de praderas, cultivos agroindustriales como el sorgo y algodón con riego en áreas planas. En las áreas quebradas se recomienda favorecer la regeneración de vegetación natural y reforestación con especies nativas.

Subclase 7sec. Suelos de clima cálido, localizados en diferentes paisajes y caracterizados por presentar relieves que varían entre fuertemente quebrado a escarpado, con áreas onduladas a fuertemente onduladas y pendientes mixtas de 25-50-75% y 7-12-25%. Suelos superficiales y muy superficiales, con erosión en cárcavas, desprendimientos y erosión laminar de moderada a severa, como los mayores limitantes para esta subclase. Las áreas localizadas en clima cálido y seco, presentan limitaciones severas debido a la baja precipitación, las pendientes escarpadas y su erodabilidad, como los factores limitantes para uso agropecuario.

Esta subclase solo es aptas para el cultivo multiestrata, agroforestería, así como para el mantenimiento de la vegetación natural, la reforestación y refugio de fauna.

Subclase 7s. Son suelos de clima medio, con sectores de baja precipitación, que corresponden a la zona transicional húmeda a seca. Estas tierras están afectadas por procesos de erosión laminar, desprendimientos y deslizamientos en grado moderado, sumándose esto a las pendientes fuertes que caracterizan dichas unidades.

Subclase 8. Por sus limitaciones permanentes de clima, suelo, relieve, erodabilidad, afloramiento de rocas, los suelos de este grupo de manejo no son aptos para ninguna actividad. Se deben dedicar al crecimiento de la vegetación natural y a la protección de la vida silvestre.

1.7.1.4.3. Uso actual del suelo área del proyecto

CLASES	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	AREA	%
Ra	Rastrojo	Rastrojo	824.88	30.65
Pn	Pastos Naturales	Pastos	365.25	13.57
Pr	Pasto con Rastrojo	Pasto/Rastrojo	739.12	27.46
Bs	Bosque Secundario	Bosques	59.15	2.20
Cc/Ra	Café/Rastrojo	Cultivo Permanente/Rastrojo	9.84	0.37
Te	Tierras Eriales	Tierras Eriales	1.53	0.06
Zu	Zona Urbana	Zona Urbana	0.46	0.02
Pm	Pastos Manejados	Pastos	335.00	12.45
Az	Arroz	Cultivos Permanentes	55.06	2.05
Mz	Maíz	Cultivo Semipermanente	30.45	1.13
Cp	Caña Panelera	Cultivos Permanentes	72.15	2.68

CLASES	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	AREA	%
So\Py\Yc	Sorgo/Papaya/Yuca	Cultivos Semipermanentes	4.37	0.16
So	Sorgo	Cultivo Semipermanente	1.56	0.06
Vx/Pn	Vegetación Xerofítica/Pasto Natural	Pastos	192.50	7.15
TOTAL			2691.31	100.00

Tabla 48. Cobertura - uso actual del suelo

Fuente: POT MPIO NEIVA, 2009, modificado por FUNDISPROS, 2015

1.7.1.4.4. Reglamentacion de uso y manejo del suelo

ZONA MAYOR	USOS				ZONA MENOR	SIMBOLO	AREA (Ha)	%	
	PRINCIPAL	COMPATIBLE	CONDICIONADO	PROHIBIDO					
ZONA DE AMENAZA NATURAL (ZAA)	Aislamiento para su recuperación natural o mediante la ejecución de obras de bioingeniería para la estabilización y/o control de procesos erosivos. Recuperación de la cobertura vegetal y regulación hídrica.	Restauración ecológica. Investigación controlada y cobertura vegetal protectora de bajo porte (rastrojo alto, árboles o arbustos livianos).	Asentamientos humanos y producción agrícola.		Construcción de vías, infraestructura de servicios, infraestructuras mayores y pastoreo.	Zona preliminar de Amenaza Alta de Origen Hidroclimático y Geomorfológico	ZAA-HG	250.76	9.49
ZONA DE PRODUCCION SOSTENIBLE (ZPAS)	Agropecuaria campesina con fines de subsistencia y a gran escala con enfoque de sostenibilidad. El componente forestal es básico para las, líneas productivas en sus diversos arreglos espaciales con énfasis de acuerdo a cada sub-zona agroforestal, es decir: Producción agroforestal para terrenos con relieve escarpado de clima húmedo (con énfasis en estabilización de suelos, aumento de infiltración, regulación de escorrentía). Producción agroforestal para terrenos con relieve escarpado de clima seco (Aumento de la infiltración, control de erosión, conservación de humedad). Producción agroforestal para terrenos con relieve ondulado a quebrado de clima seco (conservación de humedad, producción de biomasa, alimento para el ganado, recuperación de la fertilidad del suelo).	Vivienda de propietarios y trabajadores, establecimientos institucionales de tipo rural, reservorios de agua, infraestructura para riego, granjas, porcícola, avícolas, estanques piscícolas, silvicultura, vías de comunicación, infraestructura de servicios, agroturismo y ecoturismo. Exploración y extracción de petróleo para la Zona de Producción Agroforestal de Clima Seco.	Recreación, agroindustria, minero, parcelaciones rurales con fines de construcción de vivienda campestre.	Usos urbanos y suburbanos, industria de transformación y manufacturera.	Zona de Producción Agropecuaria Ecoeficiente	Zona de Producción Agroforestal Sostenible de Clima Seco Relieve Ondulado a Quebrado (ZAF-CSQ)	ZAE	262.98	9.95
ZONAS DE EXTRACCIÓN DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ZE- RNNR)	Aprovechamiento de recursos propios de la actividad minera y extracción de material de arrastre.	Extracción de hidrocarburos en la zona demarcada por la concesión Campo Río Ceibas.	Construcción de estructuras, transformación del material extraído, manejo de los desechos.	Arrojar los desechos, sin tratamiento, a la fuente	ZONA DE EXTRACCION DE HIDROCARBUROS		ZE-H	236.83	8.96

ZONA MAYOR	USOS				ZONA MENOR	SIMBOLO	AREA (Ha)	%
	PRINCIPAL	COMPATIBLE	CONDICIONADO	PROHIBIDO				
ZONA DE ORDENAMIENTO URBANO (ZOU)	Garantizar el desarrollo sostenible de la población que habita esta zona en plena convivencia y armonía con la naturaleza, desarrollando planes urbanísticos, de acuerdo con los parámetros de ordenamiento ambiental del territorio.	Espacios libres para parques y áreas verdes que incluyan rondas hídricas acorde con las necesidades y requerimientos colectivos de recreación. Investigaciones de flora y fauna sobre las áreas boscosas de rondas hídricas.	Industria de transformación y manufacturera.	Botaderos de basura a cielo abierto, rellenos sanitarios, escombreras en áreas no autorizadas, tala de las rondas hídricas, utilización del espacio urbano	Zona de Ordenamiento Suburbano (ZOS)	ZOS	2.80	0.11
					Zona de ordenamiento Urbano consolidada	ZOU-C	0.00	0.0001
					Zona de Desarrollo Integral Oriente Urbano	ZOU-DIOU	0.07	0.0028
					Zona de Desarrollo Urbanística El Tesoro	ZOU-DUT	0.13	0.0050
ZONA DE RECUPERACION AMBIENTAL (ZRA)	Actividades tendientes a la recuperación del ecosistema como el enriquecimiento vegetal con especies nativas, establecimiento de corredores biológicos, enriquecimiento de bosques secundarios y rastrojos altos con especies nativas, y revegetalización natural	Recuperación ecológica, recreación contemplativa e investigación controlada.	Aprovechamiento de productos no maderables del bosque. Infraestructura básica para usos compatibles, mantenimiento de vías y captación de acueductos.	Pastoreo, cultivos de cualquier tipo, apertura de vías e infraestructura	Zonas de Recuperación Ambiental para la Preservación de Rondas Hídricas.	ZRA-PRH	388.58	14.71
					Zona de Recuperación Ambiental de Nacimientos de Agua y Recarga de Acuíferos	ZRA-RANA	21.15	0.80
					Zonas de Recuperación Ambiental para la Preservación por Restricción de Uso	ZRA-RU	15.31	0.58
TOTAL							2641.73	100

Tabla 49. Reglamentación de uso y manejo del suelo
Fuente: CAM, 2007

1.7.1.4.5. Realización de la clasificación de tierras con fines de riego y drenaje

La unidad VXBa se clasifica:

$$\frac{2}{C22CX} Uv$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una profundidad efectiva moderada de 50 cm limitante para algunos cultivos perenes pero apta para cultivos semestrales y con profundidades radiculares menores a esta, son tierras cultivadas en cultivos de arroz y algodón, con riego superficial distribuidos por canales abiertos, la productividad es moderadamente alta, los costos de adecuación son moderadamente bajos, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan buena drenabilidad interna, el drenaje externo es regular debido a la topografía plana, los requisitos de nivelación son ligeros y presenta un horizonte C2 compuesto por material aluvial.

La unidad PXEd3 se clasifica:

$$\frac{2s}{C22CX} U$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una textura gruesa en todo su perfil y un adensamiento de los 30 cm a 50 cm debido a malas prácticas de mecanización, son tierras cultivadas en cultivos de arroz, tabaco y algodón, son tierras con riego superficial distribuido por canales abiertos, la productividad es moderadamente alta, los costos de adecuación son moderadamente bajos, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan buena drenabilidad, los requisitos de nivelación son ligeros.

La unidad PXEe3 se clasifica:

$$\frac{3t}{C34CY} U2$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una topografía ligeramente ondulada a quebrada, son tierras dedicadas a pastos naturales y pastos manejados, para pastoreo del ganado, son tierras con riego superficial distribuido por canales abiertos, la productividad es moderada, los costos de adecuación son moderados, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan una drenabilidad restringida debido a una baja porosidad en el horizonte superficial, los requisitos de nivelación son ligeros.

La unidad PXAa se clasifica:

$$\frac{2}{C33CY} Uv$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una profundidad efectiva moderada de 50 cm limitante para algunos cultivos perenes pero apta para cultivos semestrales y con profundidades radiculares menores a esta, son tierras en pastos naturales y pastos manejados, con riego superficial distribuidos por canales abiertos, la productividad es moderada, los costos de adecuación son moderadamente bajos, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan una drenabilidad restringida debido a una baja porosidad en el horizonte superficial, los requisitos de nivelación son ligeros y presenta un horizonte C compuesto por depósitos aluviales.

La unidad MXAd se clasifica:

$$\frac{3t}{C34CX} U2r$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una topografía ligeramente ondulada a quebrada, son tierras dedicadas a pastos naturales, pastos manejados, y cultivos de cítricos y cacao, son tierras con riego superficial distribuido por canales abiertos, la productividad es moderada, los costos de adecuación son moderados, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan una buena drenabilidad, los requisitos de nivelación son moderados, presentan alta rocosidad a partir de los 45 cm.

La unidad MXAf2 se clasifica:

$$\frac{3t}{C35CX} U3r$$

Incluye tierras con capacidad de pago intermedia, esta unidad comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura con riego debido a una topografía quebrada a escarpada, son tierras dedicadas a pastos naturales, pastos manejados, y cultivos de cacao, son tierras con riego superficial distribuido por canales abiertos, la productividad es moderada, los costos de adecuación son moderadamente altos, los requerimientos de agua son altos debido a las bajas precipitaciones de la zona, estas tierras presentan una buena drenabilidad, los requisitos de nivelación son fuertes, presentan alta rocosidad.

1.7.1.5. Selección de cultivos de acuerdo a las propiedades físico químicas del suelo y condiciones ambientales del área del proyecto

1.7.1.5.1. Establecimiento de la compatibilidad de los cultivos propuestos con las condiciones del suelo

De acuerdo a los estudios agrologicos, climáticos, topografía entre otros se puede establecer la compatibilidad de los cultivos propuestos con los resultados de los estudios propuestos y realizados dentro del área de proyecto.

Debido a la información recolectada, se tiene los principales cultivos propuestos de pastos, arroz y cacao, no presentan limitaciones por altura sobre el nivel del mar para la implementación de estos.

A continuación se presenta el resumen de las principales propiedades presentes en las unidades cartográficas de suelos.

Calicata	Unidad Cartográfica	Valor de pH	Pr. Efectiva (cm)	Compactación	Pendiente (%)	M.S.N.M	Calidad de agua para riego
1	VXBa	6.5 ligeramente ácido	50 superficial	No compactado	0-3%	470-650	Sin Restricción
2	PXEd3	5.9 moderadamente ácido	30 superficial	compactado	7-12, 12-25%	475-550	Sin Restricción
3	PXEe3	6.6 Neutro	120 Profunda	compactado	12-25, 25-50%	550-850	Sin Restricción
4	PXAa	6.5 ligeramente ácido	50 superficial	compactado	0-3%	500-575	Sin Restricción
5	MXAd	6.8 Neutro	80 Moderadamente profunda	compactado	7-12, 12-25%	600-900	Sin Restricción
6	MXAf2	6.8 Neutro	50 superficial	Ligeramente compactado	25-50, 50-75%	750-1200	Sin Restricción

Tabla 50. Condiciones de las unidades cartográficas de suelo

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Los cultivos de pastos, arroz y cacao, se pueden adaptar muy bien sin inconvenientes con respecto al pH, del suelo de las seis unidades cartográficas del área de estudio que varían de moderadamente ácido a neutro.

el cultivo de pastos se puede implementar en todas las unidades sin restricciones, por profundidad efectiva, aconsejando la implementación de arreglos silvopastoriles, con especies forrajeras y leguminosas para un mayor beneficio edáfico en el aporte de nutrientes, el cultivo de arroz se recomienda para las

unidades VXBa, PXAa y en las partes de menor pendiente de las unidades PXEd3 y PXEe3, el cultivo de cacao se recomienda para la unidad PXEe3, MXAd y se necesita realizar una adecuación en el terreno para implementar este cultivo en las unidades PXEd3 y MXAf2, realizando un ahoyado que supere los 50 cm en la unidad PXEd3, rompiendo el horizonte C1 de consistencia muy firme, y un horizonte AC de consistencia firme en la unidad MXAf2.

Las unidades PXEd3, PXEe3, PXAa y MXAd, presentan problemas de compactación que afectan el suelo y pueden bajar la productividad, Para evitar la compactación en el suelo se recomienda no hacer laboreo del suelo cuando el suelo este mojado, CORPOICA recomienda que la mecanización del suelo puede iniciarse cuando la humedad del suelo este por debajo de los 30 cm, o cuando al tomar un puñado de suelo y apretarlo este se desmorona ya es apto para iniciar labores, pero si el suelo mantiene su forma, es porque está muy húmedo y se debe esperar hasta que se seque.

Para la recuperación de suelos compactados la FAO recomienda dejar la tierra en reposo por 2 a 3 años para su regeneración con arbustos naturales o vegetación forestal. Alternativamente, la siembra de especies seleccionadas efectivas en la regeneración de la estructura del suelo puede enriquecer el barbecho natural. Un cultivo de cobertura puede ser sembrado para que sirva como un barbecho sembrado. Las especies promisorias de cultivos de cobertura que han dado muestras de ser potenciales subsoladores biológicos son el pasto Bahía (*Paspalum notatum*), Festuca elatior, el pasto Guinea (*Panicum maximum*), El rábano forrajero entre otras especies forrajeras y los arbustos fijadores de nitrógeno y algunas malezas con raíces principales fuertes.

La calidad del agua del Río Las Ceibas según la salinidad potencial obtenida se cataloga como Buena. El índice en porcentaje de sodio posible en el agua de la fuente hídrica, es mayor a 50%, por lo tanto esta, se cataloga como apta para riego.

2. ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO: VERTIMIENTOS

2.1. LOCALIZACIÓN DE VERTIMIENTOS PUNTUALES

2.1.1. Georreferenciación de vertimientos directos a lo largo del cauce principal del río

Se localizaron en total 48 vertimientos directos de aguas residuales de diferente naturaleza en la corriente principal del rio Las Ceibas. Se incluyeron como vertimientos los afluentes quebrada Los Micos, quebrada La Jabonera, quebrada La Tenerife – La Chunche y quebrada Avichente, quienes en su tránsito recolectan

gran cantidad de aguas residuales procedentes de actividades domésticas de predios que no están incluidos en la red de alcantarillado del municipio.

2.1.2. Georreferenciación con GPS de los canales y conducciones de aguas residuales

En total se referenciaron **32.809 km** de conducciones de aguas residuales que incluye el cauce de los vertimientos clasificados como drenaje (quebrada Los Micos, quebrada La Jabonera, quebrada La Tenerife – La Chunche y quebrada Avichente) 48 focos generadores y 48 puntos de desembocadura de estas conducciones al cauce del río los cuales se localizaron sobre mapas temáticos; parte de la información sobre la red de conducción de vertimientos se obtuvo del catastro de la red de alcantarillado del municipio de Neiva en formato CAD. La mayoría de conducciones se realiza por medio de canales naturales, tubería de PVC, tubería de gres, mangueras, etc.

2.1.3. Georreferenciación con GPS de obras hidráulicas de vertimientos sobre el cauce principal y sobre las conducciones de aguas residuales

Las obras hidráulicas de vertimientos identificadas fueron en total:

OBRAS HIDRÁULICAS																		
A	Al	Ci	Cr	D	Dr	E	Pc	Pe	Po	R	Sn	T	TI	Tg	Tp	V	Ve	TOTAL
		4		1					1				1	1				8

Tabla 51. Inventario total de obras hidráulicas de vertimientos

Fuente: FUNDISPROS, 2015

2.2. IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS

2.2.1. Censo de predios – usuarios que vierten AR

Todos los vertimientos localizados se clasificaron según su naturaleza y características, en los grupos y cantidad que describe la Tabla 52, con el fin de unificar información e integrar todos los datos de una manera fácil a la base de datos.

No	CÓDIGO	TIPO DE VERTIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD VERTIMIENTOS
1	VeD	VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS	Provenientes de actividades domésticas de rutina (baterías sanitarias, lavaplatos, lavaderos, duchas, etc) Son aguas servidas cargadas con productos orgánicos, jabones materia fecal, etc.	30

No	CÓDIGO	TIPO DE VERTIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD VERTIMIENTOS
2	VeDrenaje	VERTIMIENTOS DRENAJE	Aquellos drenajes o quebradas que actúan como colectores de aguas residuales o que durante su recorrido reciben alguna descarga residual.(Quebrada Los Micos, Quebrada la Jabonera)	4
3	VeAp	VERTIMIENTOS AGROPECUARIOS	Provenientes de procesos agrícolas o pecuarios: procesamiento de cacota de café, lavado de cocheras, lavado de establos, excesos de lagos piscícolas establos.	4
4	VeI	VERTIMIENTOS INDUSTRIALES	Provenientes de actividades de lavado de vehículos de estaciones de servicio	1
5	VeS	VERTIMIENTOS SEDIMENTOS	Provenientes del lavado y limpieza de material de recebo usado en construcción	1
6	VePs	VERTIMIENTO PISCICOLAS	Aguas provenientes de la recirculación de las aguas que alimentan los lagos de producción piscícola (cargadas de algas y restos de concentrados)	2
7	VeDescoles	VERTIMIENTO DESCOLES DE RIEGO	Provenientes de actividades de riego en cultivos (arroz, cacao, etc).	1
8	VeMx_COLECTORES	VERTIMIENTOS MIXTOS_COLECTORES	Aguas provenientes de aliviaderos de la red de alcantarillado del municipio o descargas puntuales de conducciones (superficiales o subterráneas) de colectores de unidades habitacionales. Son en la mayoría aguas con características mixtas.	5
TOTAL VERTIMIENTOS				48

Tabla 52. Grupos establecidos para la clasificación de vertimientos
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

2.3. ZONIFICACIÓN

ZONAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
ZONA 0	Está comprendida desde el nacimiento del cauce principal del río en la vereda La Plata, hasta primer uso identificado mediante labores de reconocimiento en campo (Bocatoma artesanal, predio la Lindosa ubicado en la vereda los cauchos, propiedad del señor Pacifico Gómez Gómez).	Dentro de este tramo se encuentra ubicada parte de la zona de recarga de la cuenca y desemboca un río que aporta gran cantidad de caudal al cauce principal, denominado "Río San Bartolo", entre otros afluentes de importancia tales como Qda. Convento, Qda. La Plata, Qda. Santa Helena, entre otros ; En este tramo el cauce principal no registra vertimientos de aguas residuales y existe alta presencia de vegetación boscosa protegida en la mayoría de las riveras del río
ZONA 1	Está comprendida desde el primer uso identificado mediante labores de reconocimiento en campo (Bocatoma artesanal, predio la Lindosa ubicado en la vereda los cauchos, propiedad del señor Pacifico Gómez Gómez), hasta la primera	Dentro de este tramo se encuentra ubicada la zona de recarga para una de las bocatomas para el suministro de agua del casco urbano del municipio de Neiva (Bocatoma El Guayabo). En este tramo no se identifican vertimientos de aguas residuales, existe alta presencia de vegetación boscosa protegida en la mayoría de las riveras del río y

	captación del acueducto municipal de Neiva "bocatoma el guayabo".	desembocan afluentes de importancia tales como quebrada "El Salado" y quebrada "La Cruz".
ZONA 2	Está comprendida desde la primera captación del acueducto municipal de Neiva "bocatoma el guayabo", hasta la segunda captación del acueducto municipal de Neiva "bocatoma El Tomo).	Dentro de esta zona se encuentra ubicada la zona de recarga para la segunda captación que realiza el acueducto municipal de Neiva para surtir las necesidades hídricas del municipio (Bocatoma El Tomo), además recibe un tributario de gran importancia la quebrada "Los Micos". Esta zona se caracteriza por tener varias captaciones para labores agrícolas, especialmente cultivo de pastos y arroz que producen gran cantidad de aguas residuales cargadas con insumos agrícolas, que provienen de los procesos productivos del cultivo y que finalmente escurren hasta alcanzar el cauce principal del río; también se realizan captaciones para el suministro de agua para el llenado de lagos de producción piscícola.
ZONA 3	Está comprendida desde la segunda captación del acueducto municipal de Neiva "bocatoma El Tomo) hasta antes de la desembocadura de la quebrada "La Jabonera" al río Las Ceibas.	Esta zona cuenta con captaciones de agua para diversas actividades de riego especialmente para cultivos de arroz y pasto.
ZONA 4	Está comprendida desde antes de la desembocadura de la quebrada "La Jabonera" al río Las Ceibas, hasta la desembocadura del río las Ceibas al río Magdalena.	En esta zona el cauce del río se caracteriza por recibir un gran aporte de carga contaminante durante debido a su tránsito por el casco urbano del municipio Neiva; el inicio de la zona lo demarca la desembocadura de la quebrada "La Jabonera" que durante su recorrido colecta las aguas servidas del asentamiento Álvaro Uribe Vélez y las provenientes del pozo séptico colmatado del condominio habiendo Mayor. En este tramo el río también recibe gran cantidad de vertimientos puntuales provenientes de unidades habitacionales que se encuentran asentadas en la rivera del río y que no se encuentra conectadas a la red de alcantarillado del municipio. Este tramo también recibe otros afluentes de interés como la quebrada "El Chaparro", la quebrada "Avichente" y la quebrada "La chunche o La Tenerife", la cual transporta gran cantidad de aguas residuales principalmente de origen doméstico, procedente de unidades habitacionales de la invasión del barrio Tenerife, que vierten las aguas negras domesticas al cauce de esta quebrada y finalmente llega al río las ceibas. En esta zona el río muestra gran deterioro de su calidad pero aun masi tiene varias captaciones para uso agrícola (cultivo de arroz).

Tabla 53. Descripción de zonas establecidas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3. CALIDAD DE AGUA

3.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA

ANTECEDENTES DE CALIDAD DE AGUA SOBRE EL RÍO LAS CEIBAS

Los antecedentes en el estudio de calidad de agua del proceso de ordenación y reglamentación de la corriente hídrica Río Las Ceibas, representan la base para determinar el nuevo diagnóstico de estado actual de la cuenca; en este sentido contar con monitoreos realizados en años atrás, permite comparar los nuevos

monitoreos que se pretenden realizar en el proceso de ordenación de la cuenca hidrográfica.

ESTUDIO	AÑO	RESPONSABLE	FUENTE
Consolidado de Características de Calidad de Agua Cruda en las Plantas del Acueducto de E.P.N	2005	Empresas Publicas de Neiva	POMCA Rio Las Ceibas. 2007
Consolidado de Características de Calidad de Agua Cruda en las Plantas del Acueducto de E.P.N	2006	Empresas Publicas de Neiva	POMCA Rio Las Ceibas. 2007
Calidad del recurso Hídrico en Puntos Específicos de La Cuenca del Río Las Ceibas	2008 2009	Proyecto Ceibas, CAM	CAM, 2014
Análisis Comparativo de los ICO de los Monitoreos en la Quebrada los Micos entre 2010 y 2011	2010 2011	Proyecto Ceibas, CAM	CAM, 2014
Estudio y Análisis de aguas en 18 sitios de la cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas	2012	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura - FAO	CAM, 2012

Tabla 54. Listado de Estudios de Calidad de Agua sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

A continuación se detallará los antecedentes de los estudios (Tabla 54) realizados desde año 2005 al 2012:

Consolidado de Características de Calidad de Agua Cruda en las Plantas del Acueducto de Empresas Públicas de Neiva del Año 2005

CARACTERÍSTICAS	PLANTAS DE TRATAMIENTO			VALOR ADMISIBLE AGUA TRATADA
	Kennedy AGUA CRUDA	Jardín AGUA CRUDA	Recreo AGUA CRUDA	
pH	7.78	8,29	8,08	6.5 – 9.0 H ⁺
Nitratos	0.56	0,1	0.564	10 mg/l
Fosfatos	0.33	0.278	0.191	0.2 mg/l
Turbidez	180,18	180,18	81,83	≤5 U.N.T
Sólidos Totales	120	120	127.99	<500 mg/l

Tabla 55. Consolidado de Características de Calidad de Agua Plantas del Acueducto de E.P.N del año 2.005

Fuente: POMCA Rio Las Ceibas, 2007.

Consolidado de Características de Calidad de Agua Cruda en las Plantas del Acueducto de Empresas Públicas de Neiva del Año 2006:

CARACTERÍSTICAS	PLANTAS DE TRATAMIENTO			VALOR ADMISIBLE AGUA TRATADA
	Kennedy AGUA CRUDA	Jardín AGUA CRUDA	Recreo AGUA CRUDA	
pH	7.78	7.75	7.81	6.5 – 9.0 H ⁺
Nitratos	1.084	1.125	1.05	10 mg/l

Fosfatos	0.164	0.176	0.160	0.2 mg/l
Turbidez	61.34	72.76	58.41	≤5 U.N.T
Sólidos Totales	109.35	109.35	103.46	<500 mg/l

Tabla 56. Consolidado de Características de Calidad de Agua en las Plantas del Acueducto de E.P.N del año 2.006

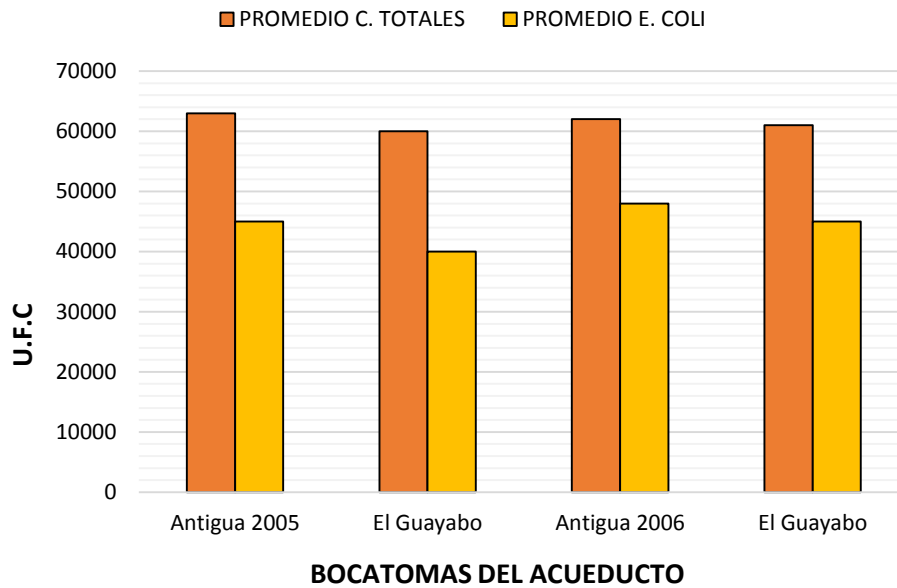
Fuente: POMCA Rio Las Ceibas, 2007.

La Tabla 55 y la Tabla 56 muestran los valores de pH, Nitratos, fosfatos y sólidos totales; se encuentra por debajo de los niveles permisibles, indicando que el agua es apta para el consumo humano. Aun así los niveles de turbidez son supremamente altos con relación al rango admitido, haciéndola no apta para el consumo humano desde este punto de vista, por lo tanto elevando sustancialmente los costos del tratamiento del agua.

De otro lado se tiene las características microbiológicas que también definen la calidad del agua, se cuenta con reportes del año 2005 y 2006. “Teniendo certeza de que el análisis bacteriológico se hace para determinar la presencia de Coliformes en el agua; las bacterias Coliformes no son patógenas pero se asocian a menudo con organismos que sí lo son, convirtiéndose en un buen índice de seguridad bacteriológica de un cuerpo de agua. Normalmente las bacterias Coliformes viven en los intestinos del hombre y otros organismos de sangre caliente. Estas bacterias son más resistentes que las bacterias patógenas, por tal razón, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana.”¹ (POMCA RIO LAS CEIBAS, 2007)

Cabe resaltar que el agua del Río Las Ceibas no es apta para consumo humano salvo previo tratamiento. La contaminación microbiológica es alta y requiere un tratamiento especial. A continuación se presenta las cifras (Grafica 8) que demuestran el impacto que se origina por el vertimiento de desechos orgánicos y la entrada de aguas negras al ecosistema.

¹ Texto tomado del Inventario cualitativo y cuantitativo del recurso hídrico. Tomo IV, Capítulo 5 – Plan de Ordenación y Manejo del Recurso Hídrico – POMCA, 2007.



Grafica 8. Promedio anual del Análisis Microbiológico de agua cruda en las plantas del acueducto de Neiva 2005-2006

Fuente: POMCA Río Las ceibas, 2007

CARACTERÍSTICA	ANTIGUA	EL GUAYABO	ANTIGUA	EL GUAYABO
PROMEDIO				
Año	2005	2005	2006	2006
COLIFORMES TOTALES. (0 U.F.C./100CM3)	63.600	59.600	62.832	61.962
ESCHERICHIA COLI (0 U.F.C./100CM3)	44.600	41.900	46.664	44.702

Tabla 57. Unidades de Coliformes Totales y Escherichia Coli en la Estación Antigua y El Guayabo, 2005 y 2006

Fuente: POMCA Río Las ceibas, 2007.

Calidad del recurso Hídrico en Puntos Específicos de La Cuenca del Río Las Ceibas (diciembre de 2008 y enero de 2009)

Determinar la cantidad y calidad del agua de la cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas representa la importancia en cuanto la sostenibilidad del recurso y desarrollo de la comunidad, así esta fuente es prioridad para la autoridad ambiental, debido a los impactos negativos que a través del tiempo se han generado en la cuenca y sus recursos, además la importancia que esta representa en cuanto a su oferta y abastecimiento a la población de la Ciudad de Neiva.

Los estudios de calidad de agua realizados entre Diciembre de 2008 y Enero de 2009 sobre el Río Las Ceibas, muestra los resultados de los parámetros medidos con sus unidades respectivas y los valores admisibles establecidos para agua potable, según lo estipulado en el Decreto 1575/2007² y la Resolución 2115/2007³.

PARÁMETRO	UNIDAD	TÉCNICA DE ANÁLISIS	REF. DE LA TECNICA MÉTODOS ESTÁNDAR
Temperatura	°C	Termómetro centígrado de mercurio calibrado	2550-B
pH	Unidades	Medida electrométrica - potenciómetro	4500-H-B
Conductividad Eléctrica	μS/cm	Conductímetro	2510-B
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	Kit de Oxígeno	

Tabla 58. Parámetros In Situ para los Monitoreo años 2008 – 2009

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PARÁMETRO	UNIDAD	TÉCNICA DE ANÁLISIS	REFERENCIA DE LA TECNICA MÉTODOS ESTÁNDAR
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	Titulación con ácido clorhídrico	2320-B
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	Titulométrico con EDTA	2340-C
Sólidos totales	mg/l	Gravimétrico	2540-B
Sólidos suspendidos	mg/l	Filtración - gravimétrico	2540-D
Sólidos Disueltos	mg/l	Filtración – gravimétrico	2540-C
Sólidos sedimentables	ml/l	determinación volumétrica (cono Imhoff)	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂	Winkler	5210-B
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l O ₂	Método titulométrico Reflujo Cerrado	5220-C

Tabla 59. Parámetros medidos en laboratorio para los Monitoreos 2008 - 2009

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Así mismo clasificaron el agua del Río Las Ceibas en términos de dureza, destacando que esta proviene de la cantidad de sales alcalinotérreas contenidas en el agua especialmente sales de Calcio. Los elementos endurecedores del agua se componen de cationes, como el ión calcio (Ca⁺⁺) y aniones como el ión bicarbonato (HCO³⁻). Donde de utilizó la siguiente clasificación:

² DECRETO 1575 DE 2007: Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de la Protección Social.

³ RESOLUCIÓN 2115 DE 2007: Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial.

Cuando se realizan análisis de dureza desde el punto de vista sanitario no existe un concepto preciso sobre los efectos de la dureza, Algunos estudios han dado la siguiente correlación: “Agua dura: Mortalidad baja por enfermedades del corazón y aparato circulatorio; y agua blanda: mortalidad alta”.

Las muestra fueron tomadas sobre el Río Las Ceibas, la Quebrada la Plata, la Quebrada Motilón, la Quebrada Santa Helena, la Quebrada San Bartolo, en galpón de pollos Finca Villa Saldaña - Vereda el Vergel, la Quebrada Los Micos y la Quebrada la Jabonera. A continuación se correlacionan los puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas:

PUNTOS DE MUESTREO	Coordenadas Planas		Coordenadas Geográficas	
	ESTE	NORTE	LATITUD N	LONGITUD W
Quebrada La Plata aguas arriba – Escuela	889285,442	799948,576	2°47'22,241"	75°04'35,648"
Quebrada La Plata aguas abajo – el puente	889330,731	800031,161	2°47'24,944"	75°04'34,194"
Ceibas antes de la desembocadura de la Quebrada La Plata	889474,589	800609,26	2°47'43,763"	75°04'29,548"
Ceibas antes de la desembocadura de la Quebrada Motilón	887972,065	802045,183	2°48'30,465"	75°05'18,210"
Quebrada Negra en Alto Motilón	886947,405	797816,617	2°46'12,777"	75°05'51,273"
Quebrada Motilón en Alto Motilón	886286,32	798162,785	2°46'24,022"	75°06'12,679"
Quebrada Motilón antes de desembocar en las Ceibas	887894,807	802087,808	2°48'31,830"	75°05'20,736"
Ceibas Aguas arriba de Santa Helena	885137,515	807104,215	2°51'15,059"	75°06'50,129"
Ceibas Aguas abajo de Santa Helena	885078,906	807144,176	2°51'16,359"	75°06'52,040"
Río Ceibas 10 m antes de la desembocadura de San Bartolo	882064,285	808278,411	2°51'53,182"	75°08'29,645"
Quebrada Madroñal	881857,735	799735,801	2°47'15,097"	75°08'36,093"
Quebrada San Bartolo – Escuela	882908,022	802406,402	2°48'42,070"	75°08'02,150"
Q. San Bartolo 50 m antes de desembocar en Ceibas	882017,055	808244,676	2°51'52,074"	75°08'31,166"
Aguas antes de la descarga en Galpones de Pollos	882347,345	808504,582	2°52'00,547"	75°08'20,490"
Aguas después de la descarga en Galpones de Pollos	882347,331	808505,115	2°52'00,579"	75°08'20,490"
Quebrada El Mico Nacedero	886188,453	810264,011	2°52'57,950"	75°06'16,197"
Quebrada Los Micos parte media	885782,463	811846,839	2°53'49,434"	75°06'29,387"
Quebrada Los Micos parte baja – sobre el puente	882668,535	814117,951	2°55'03,263"	75°08'10,268"
Acueducto el Guayabo	880763,144	814803,321	2°55'25,534"	75°09'11,962"
Quebrada La Jabonera	871179,369	817382,585	2°56'49,169"	75°14'22,318"

Tabla 60. Ubicación en coordenadas planas y geográficas de los puntos de muestreo de la Cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada La Plata: El monitoreo estuvo dividido en tres puntos, correspondientes Quebrada La Plata en la escuela, Quebrada La Plata en el Puente y Ceibas antes de desembocar en la Quebrada la Plata. En la Tabla 61 los resultados de los parámetros medidos en campo y en la laboratorio.

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	22	19	19.9	
Temperatura muestra	°C	18.4	18	16.6	
pH	unidades	7.84	8.33	8.10	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	8.9	9.3	9.0	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	150	150	71	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	60	63.5	32	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	62	64	44	300
DBO ₅	mg/l O ₂	0.5	1.1	2.4	
DQO	mg/l O ₂	21	59	32	
Sólidos Suspendedos	mg/l	28	35	4	
Sólidos Disueltos	mg/l	116	123	72	
Sólidos Totales	mg/l	144	158	76	
Sólidos Sedimentables	mg/l	0.4	0.7	ND	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	0.0	1600	0.0	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	50	1600	50	0.0

ND: No Detectado

M1: Q. La Plata – escuela, M2: Q. La Plata en el puente, M3: Ceibas antes de desembocar Q. La Plata.

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 61. Parámetros In situ y Laboratorio en la Quebrada La Plata

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Punto de muestreo	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Q. La Plata – escuela	62	Suave	Muy Blanda
Q. La Plata – el puente	64	Suave	Muy Blanda
Ceibas antes de la desembocadura de la Q. La Plata	44	Suave	Muy Blanda

Tabla 62. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada La Plata

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada Motilón: El monitoreo estuvo dividido en cuatro puntos, correspondientes a Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada Motilón, Quebrada La Negra – Alto Motilón, Quebrada Motilón – Alto Motilón y Motilón antes desembocar a Ceibas.

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	18.9	22.3	20.6	21	
Temperatura muestra	°C	17.7	16.6	17.6	19.3	
pH	unidades	8.16	7.7	7.6	8.10	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	8.2	7.0	6.8	8.0	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	110	120	160	145	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	36	54	75	46	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	62	60	70	55	300
DBO ₅	mg/l O ₂	2.5		1.6	1.0	
DQO	mg/l O ₂	33	43.2	34	30	
Solidos Suspendidos	mg/l	32	30	36	64	
Solidos Disueltos	mg/l	106	126	162	102	
Solidos Totales	mg/l	138	156	198	166	
Solidos Sedimentables	mg/l	0.05	ND	ND	0.5	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	1600	1600		1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	1600	1600		1600	0.0

ND: No Detectado

M1: Ceibas antes de la desembocadura de la Q. Motilón, M2: Q. Negra – Alto Motilón

M3: Q. Motilón - Alto Motilón M4: Motilón antes de desembocar en Ceibas

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 63. Parámetros In Situ y Laboratorio de la Q. Motilón

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTOS DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Ceibas antes de la desembocadura de la Q. Motilón	62	Suave	Muy Blanda
Q. Negra – Alto Motilón	60	Suave	Muy Blanda
Q. Motilón - Alto Motilón	70	Suave	Muy Blanda
Motilón antes de desembocar en Ceibas	55	Suave	Muy Blanda

Tabla 64. Clasificación del agua en términos de Dureza, Q. Motilón

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada Santa Helena: El monitoreo estuvo dividido en dos puntos, correspondientes a Ceibas aguas arriba de la Quebrada Santa Helena y Ceibas aguas debajo de la Quebrada.

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	25	25	
Temperatura muestra	°C	22	21	
pH	unidades	7.78	8.1	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	8.8	8.9	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	153	152	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	46	48	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	74	76	300
DBO ₅	mg/l O ₂	1.1	1.4	
DQO	mg/l O ₂	35	54	
Sólidos Suspendidos	mg/l	42	48	
Sólidos Disueltos	mg/l	106	107	
Sólidos Totales	mg/l	148	155	
Sólidos Sedimentables	mg/l	0.4	0.4	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	1600	1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	1600	1600	0.0

ND: No Detectado

M1: Ceibas Aguas Arriba Q. Santa Helena, M2: Ceibas Aguas Abajo Q. Santa Helena

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 65. Parámetros In Situ y Laboratorio de la Q. Santa Helena

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Ceibas Aguas arriba Q. Santa Helena	74	Suave	Blanda
Ceibas Aguas abajo Q. Santa Helena	76	Poco Dura	Blanda

Tabla 66. Clasificación del agua en términos de Dureza, Q. Santa Helena

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Acueducto El Guayabo: El monitoreo se realizó sobre el acueducto y sus resultados se muestran en la Tabla 67.

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	26	
Temperatura muestra	°C	23	
pH	unidades	7.56	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	6.5	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	135	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	52	200

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	66	300
DBO ₅	mg/l O ₂		
DQO	mg/l O ₂		
Solidos Suspendidos	mg/l	162	
Solidos Disueltos	mg/l	334	
Solidos Totales	mg/l	496	
Solidos Sedimentables	mg/l	0.7	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml		0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml		0.0

ND: No Detectado,

M1: Acueducto "El Guayabo".

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 67. Parámetros In Situ y Laboratorio, Acueducto El Guayabo

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Acueducto El Guayabo	66	Suave	Muy Blanda

Tabla 68. Clasificación del agua en términos de Dureza, Acueducto El Guayabo

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada Los Micos: El monitoreo estuvo dividido en tres puntos, correspondientes a Quebrada El Mico Nacadero, Quebrada Los Micos parte media y Quebrada Los Micos parte baja sobre el puente.

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	20	21.4	0	
Temperatura muestra	°C	19	20	0	
pH	unidades	7.1	7.87	0	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	9.5	8.3	0	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	82	245	301	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	16	72	82	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	40	88	119	300
DBO ₅	mg/l O ₂	0.6	0.7	0	
DQO	mg/l O ₂	26	32	0	
Solidos Suspendidos	mg/l	ND	44	57	
Solidos Disueltos	mg/l	72	147	190	
Solidos Totales	mg/l	72	191	247	

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Solidos Sedimentables	mg/l	ND	ND	0.1	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	0.0	1600	1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	50	1600	1600	0.0

ND: No Detectado

M1: Q. El Mico Nacedero, M2: Q. Los Micos parte media, M3: Q. Los Micos parte baja sobre el puente.

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 69. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada Los Micos

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Quebrada El Mico Nacedero	40	Suave	Muy Blanda
Quebrada Los Micos parte media	88	Poco Dura	Blanda
Quebrada Los Micos parte baja	119	Poco Dura	Blanda

Tabla 70. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada Los Micos

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada San Bartolo

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	24.5	19.8	23	24.7	
Temperatura muestra	°C	20.2	15.6	19.1	20.6	
pH	unidades	7.65	6.8	7.8	8.01	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	8.2	6.2	6.7	7.3	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	115	70	96	135	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	50	35	45	56	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	54	32	52	64	300
DBO ₅	mg/l O ₂	2.2	0.64	2.14	5.0	
DQO	mg/l O ₂	21	21	19.2	37	
Solidos Suspendidos	mg/l	104	2.0	62	30	
Solidos Disueltos	mg/l	82	90	84	90	
Solidos Totales	mg/l	186	92	146	120	
Solidos Sedimentables	mg/l	1.8	ND	0.03	0.2	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	1600			1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	1600			1600	0.0

ND: No Detectado

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
M1: Q. San Bartolo 50 m antes de desembocar en Ceibas., M2: Q. Madroñal, M3: Q. San Bartolo – Escuela M4: Ceibas 10 m antes de Q. San Bartolo						
*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.						

Tabla 71. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada San Bartolo

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Q. San Bartolo 50 m antes de desembocar en Las Ceibas	54	Suave	Muy Blanda
Q. Madroñal	32	Suave	Muy Blanda
Q. San Bartolo – Escuela	52	Suave	Muy Blanda
Ceibas 10 m antes de Q. San Bartolo	64	Suave	Muy Blanda

Tabla 72. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada San Bartolo

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Finca Villa Saldaña, Vereda el Vergel

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	27	27	
Temperatura muestra	°C	18	22	
pH	unidades	3.0	6.4	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	6.2	2.5	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	220	1152	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	ND	50	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	24	50	300
DBO ₅	mg/l O ₂	4.0	601	
DQO	mg/l O ₂	24	1184	
Solidos Suspendidos	mg/l	ND	174	
Solidos Disueltos	mg/l	94	1164	
Solidos Totales	mg/l	94	1338	
Solidos Sedimentables	mg/l	ND	0.7	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml		1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml		1600	0.0

ND: No Detectado

M1: Antes de la descarga en galpones de pollos,

M2: Después de la descarga en galpones de pollos

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 73. Parámetros In Situ y Laboratorio, Finca Villa Saldaña, vereda El Vergel

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Antes de la descarga en galpones de pollos	24	Suave	Muy Blanda
Después de la descarga en galpones de pollos	50	Suave	Muy Blanda

Tabla 74. Clasificación del agua en términos de Dureza, Finca Villa Saldaña, vereda El Vergel
 Fuente: GHIDA – USCO, 2009

Quebrada La Jabonera

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	Res. 2115/2007 Valor Max. Aceptable
Temperatura ambiente	°C	28.4	
Temperatura muestra	°C	25	
pH	unidades	7.7	6.5 - 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	5.4	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	270	1000
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	92	200
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	66	300
DBO ₅	mg/l O ₂	5.2	
DQO	mg/l O ₂	88	
Solidos Suspendidos	mg/l	16	
Solidos Disueltos	mg/l	190	
Solidos Totales	mg/l	206	
Solidos Sedimentables	mg/l	0.01	
Coliformes fecales*	UFC/100 ml	1600	0.0
Coliformes totales*	UFC/100 ml	1600	0.0

M1: Quebrada La Jabonera.

*Análisis en el Laboratorio de Salud Pública, Gobernación del Huila.

Tabla 75. Parámetros In Situ y Laboratorio, Quebrada La Jabonera

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

PUNTO DE MUESTREO	Dureza mg/l	Tipo de Agua	
		Sierra, 1983	Merck, 1987
Q. La Jabonera	66	Suave	Muy Blanda

Tabla 76. Clasificación del agua en términos de Dureza, Quebrada La Jabonera

Fuente: GHIDA – USCO, 2009

De Acuerdo con el muestreo realizado en temporada de lluvias, diciembre de 2008 a enero 2009, los principales afluentes del Río Las Ceibas son la Quebrada Motilón

con caudal de 2,474 m/s y la Quebrada San Bartolo con 3,394 m/s, a su vez estos afluentes aportan la mayor cantidad de sólidos al Río las Ceibas a causa de los múltiples procesos erosivos en sus zonas aledañas. El mayor caudal de la Cuenca medido, correspondió a la corriente principal en el sitio aguas abajo de la desembocadura de la Quebrada Santa Helena con un caudal de 7.737 m/s.

Análisis del Estudio de Calidad del Agua sobre el Río Las Ceibas 2008 – 2009

A continuación se presenta el análisis de los monitoreos realizados entre Diciembre del 2008 y Enero del 2009, realizado por el Grupo de Investigación Científica Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario.

En relación a los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes hídricas en la cuenca del Río Las Ceibas, se determinaron algunas cargas contaminantes con el fin de medir el impacto causado por el aporte de las aguas residuales producto de las actividades pecuarias, agrícolas y domésticas. Los valores de los parámetros medidos en campo son admisibles según la normatividad para aguas superficiales dulces, los resultados cumplen con el rango de calidad admisible. (Grupo de Investigación Científica Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario, 2009)

En la valoración y evaluación de la calidad de las aguas, la potabilidad de la fuente está relacionada con los distintos parámetros físico-químicos, de tal manera que es necesario el conocimiento integral de la fuente para definir su potabilidad. La dureza del agua en la Quebrada la Plata, Quebrada Negra, Quebrada Motilón, Quebrada San Bartolo y Río Ceibas están en el rango 40 a 70 mg/l CaCO_3 , valores que corresponden a la clasificación de aguas blandas o suaves, es decir que contienen pocos minerales.

En la Quebrada Santa Helena y en la parte baja de la quebrada Los Micos el agua es poco dura, es decir alta en minerales disueltos específicamente en magnesio y calcio. Los valores Dureza Total del agua altos obedecen a metales disueltos que probablemente proceden de las rocas erosionadas en la cuenca. Los metales comunes son magnesio, sodio, calcio y hierro. El nivel de cada uno de los metales depende del tipo de minerales disueltos en el agua.

El oxígeno disuelto en las fuentes oscilan entre 6.2 y 9.3 mg/l, valores que están en el rango admisible para fuentes de agua superficial. Generalmente, un nivel mayor de oxígeno disuelto en el agua, indica una mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, como son los casos de la Quebrada La Jabonera y el descole residual de la actividad pecuaria (avícola), algunos peces y otros organismos no podrán sobrevivir. El nivel de oxígeno disuelto es un indicador del grado de contaminación del agua y si existe viabilidad para el sostén de la vida vegetal y animal. Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno

del aire disuelto en el agua. Esto se aplica para todas las fuentes a lo largo de la cuenca del Río Las Ceibas, la turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD, debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se desplaza rápidamente y el oxígeno del aire se disolverá en el agua.

La Quebrada Los Micos en el nacedero muestra un valor en la conductividad de 82 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un bajo índice de Sólidos Disueltos, mostrando un incremento considerable en el valor de la conductividad en la parte media de 301 $\mu\text{S}/\text{cm}$; es decir, un aumento en las sales presentes en la fuente. Este incremento puede ser debido a posibles filtraciones, procesos de lixiviación o descargas de aguas residuales producto de actividades agropecuarias y/o domésticas.

La demanda biológica a lo largo de la cuenca del Río Las Ceibas es relativamente baja, los valores oscilan entre 0.5 y 5.2 mg/l, este valor cuantifica la contaminación de un efluente ya que mide el consumo de oxígeno por parte de las bacterias aerobias para su desarrollo utilizando la materia orgánica como alimento. La medida de la Demanda Biológica de Oxígeno da como resultado la cantidad de materia orgánica biodegradable que contiene el agua, la cual es directamente proporcional a la cantidad de Coliformes fecales y totales presentes en las fuentes.

La Demanda Biológica de Oxígeno con un valor de 601 mg/l y la DQO con un valor de 1184 mg/l en el punto galpones de pollos, muestran que las descargas se están haciendo directamente sobre la fuente, la cual tiene un caudal de 0.22 l/s, razón por la cual esta fuente se convierte en una cloaca. La Demanda Química de Oxígeno muestra la cantidad de materia orgánica no biodegradable presente en la fuente. Existe un importante riesgo de contaminación biológica del agua asociada a las actividades agropecuarias de la región.

Se analizó la presencia de algunos indicadores de contaminación fecal animal o humana en el agua y las partículas transportadas por el escurrimiento que, debido a su tamaño y/o densidad son de fácil sedimentación. La Quebrada Madroñal, Nacedero El Mico y las Ceibas antes de la quebrada La Plata son fuentes poco o no intervenidas por el hombre.

La Quebrada San Bartolo 50 m antes de su desembocadura a Las Ceibas presenta aumento significativo en sólidos sedimentables de 0.03 a 1.8 ml/l. Además, los resultados de los análisis de sólidos suspendidos, disueltos y totales, como las características observadas del agua *in situ*, muestran que por deslizamientos y/o desprendimientos en masa de zonas aledañas a la fuente, la cantidad de sedimentos afecta directamente la cuenca del Río Las Ceibas, elevando los valores de estos parámetros.

En el Guayabo, el incremento en los sólidos suspendidos 162 mg/l, sólidos disueltos 334 mg/l y sólidos totales 496 mg/l, muestra que el agua es turbia con mayor

contenido de sólidos que aguas arriba. La turbiedad en el agua interfiere la penetración de la luz, afectando el proceso de fotosíntesis, siendo esta la causa posible de la disminución de oxígeno disuelto en este sitio con respecto a otras mediciones (6.5 mg/l). La Quebrada La Jabonera en la Cuenca del Río Las Ceibas, es una de las fuentes más afectada por las descargas de aguas residuales con conductividad eléctrica de 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DBO 5.2 mg/l, DQO 88 mg/l y OD de 5.4 mg/l.

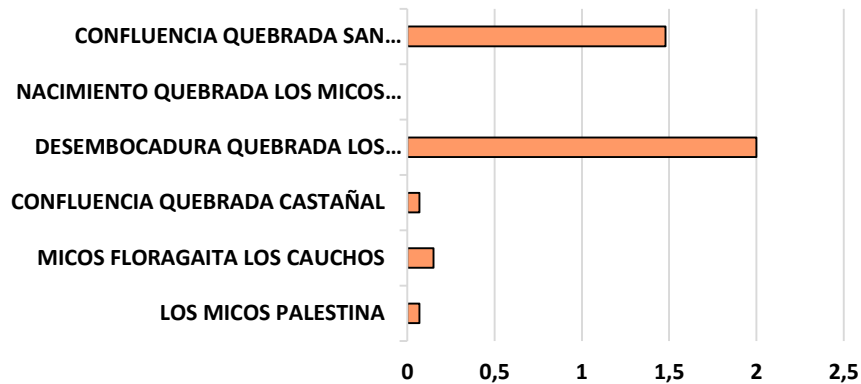
Análisis Comparativo de los ICO's de las muestras Tomadas en la Quebrada Los Micos, en el año 2010 y 2011.

Los índices de contaminación del agua (ICOs) son herramientas prácticas que reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión sencilla dentro de un marco de análisis, sin necesidad de estudiar el comportamiento de estos en forma individual, permitiendo el entendimiento y la comparación de la calidad de un ambiente específico. Es importante destacar que estos indicadores son útiles en los programas de vigilancia y control del agua, convirtiéndose en una herramienta importante para la administración del Recurso hídrico.

1. Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI):

Este índice se expresa en función de la conductividad (como reflejo de los sólidos disueltos), la dureza (reúne los cationes calcio y magnesio) y la alcalinidad (recoge los aniones carbonato y bicarbonato). Los resultados obtenidos en la aplicación ICOMI, el agua de la Quebrada Los Micos presentan para el año 2011 entre **Media y Alta contaminación por Mineralización**. Puede apreciarse que en términos generales el ICOMI en la muestras de cada punto monitoreado (Grafica 9), presenta un progresivo aumento a lo largo del tramo de estudio. El valor medio se presenta en el punto Los Micos Palestina con un valor de 0,45 y los valores más altos se presentan en Micos Flora gaita – Los Cauchos (0,93), confluencia Quebrada Castañal (0,68), desembocadura quebrada Los Micos (0,86), y confluencia Quebrada San Rafael (0,76), en el único punto donde se presenta un valor bajo es en el nacimiento Los Micos Palestina con un valor de (0,29).

ICOMI - 2011

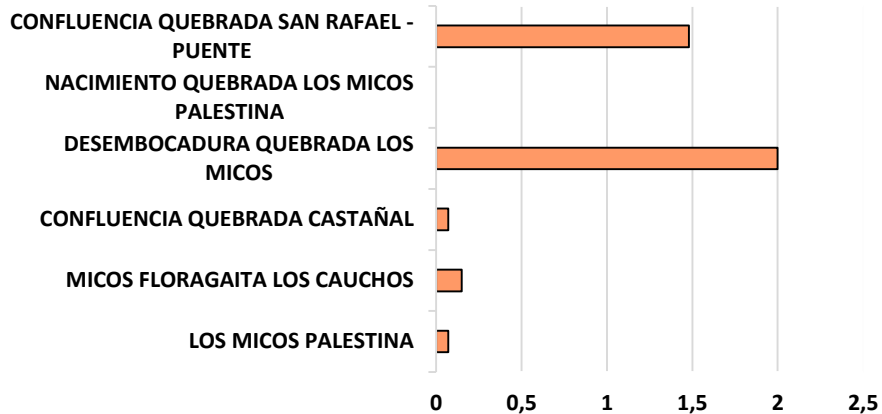


Grafica 9. ICOMI AÑO 2011

Fuente: CAM, 2014

Existen unos resultados dados por La Corporación Cuchiyuyo quien realizo el muestreo en los mismos 6 puntos en el año 2010, se observa en la Grafica 10 que los datos son similares por lo que se puede determinar que existe una alta contaminación constante por mineralización.

ICOMI - 2010



Grafica 10. ICOMI AÑO 2010

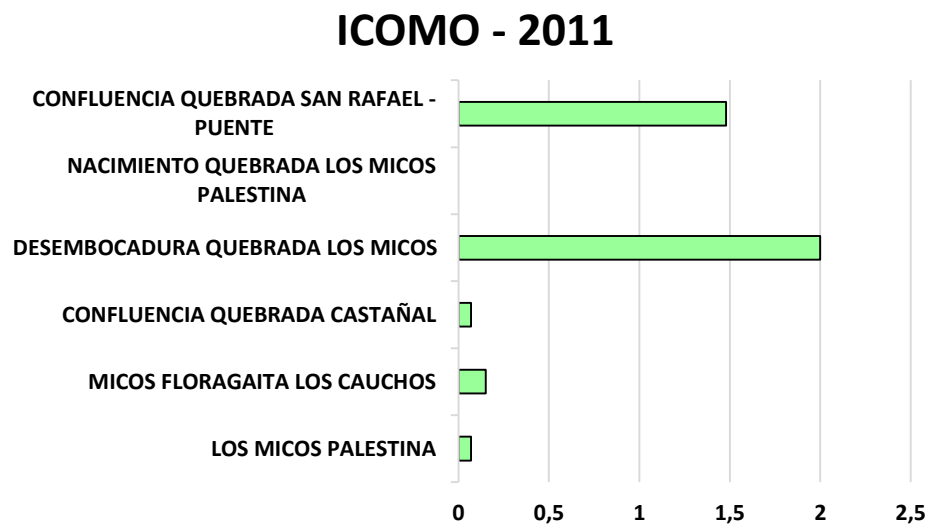
Fuente: CAM, 2014

Los altos índices de contaminación por mineralización se deben principalmente al arrastre de minerales del suelo erosionados por escorrentía superficial, el lecho del Río y los vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y la escorrentía de zonas agrícolas. (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2014)

2. Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO):

Representa variables de contaminación como nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, DBO₅, DQO, Coliformes fecales y totales. El índice se definió en función de la DBO₅, Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno.

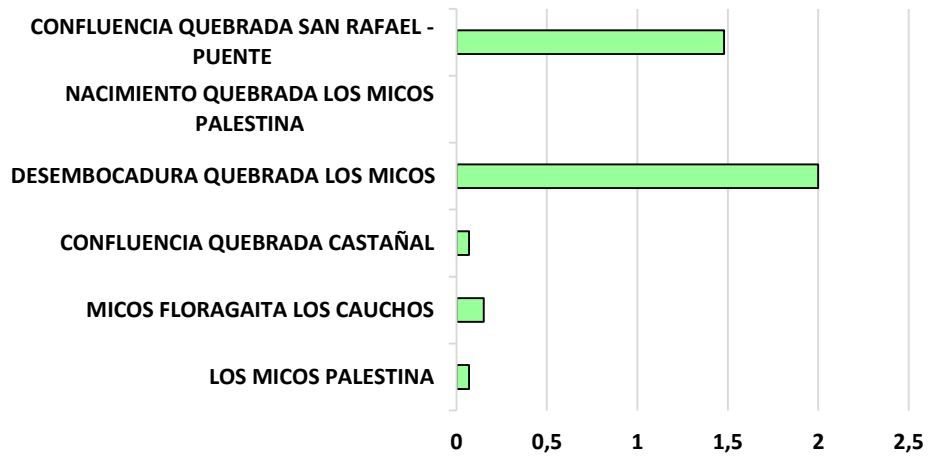
Los resultados de este índice, en promedio, La Quebrada Los Micos presenta para el año 2011 un índice **Medio de contaminación por materia orgánica**. Se observa en forma general que en la muestras de cada punto se presenta un deterioro significativo de calidad del agua, donde lo más probable es su asociatividad a la descarga de aguas residuales domésticas a lo largo de la Quebrada.



Grafica 11. ICOMO AÑO 2011
Fuente: CAM, 2014

Para el año 2010, presenta un nivel **Bajo de Contaminación** reflejando que la calidad del agua se encontraba en mejores condiciones y que a lo largo del tiempo se ha venido deteriorando.

ICOMO - 2010



Grafica 12. ICOMO AÑO 2010

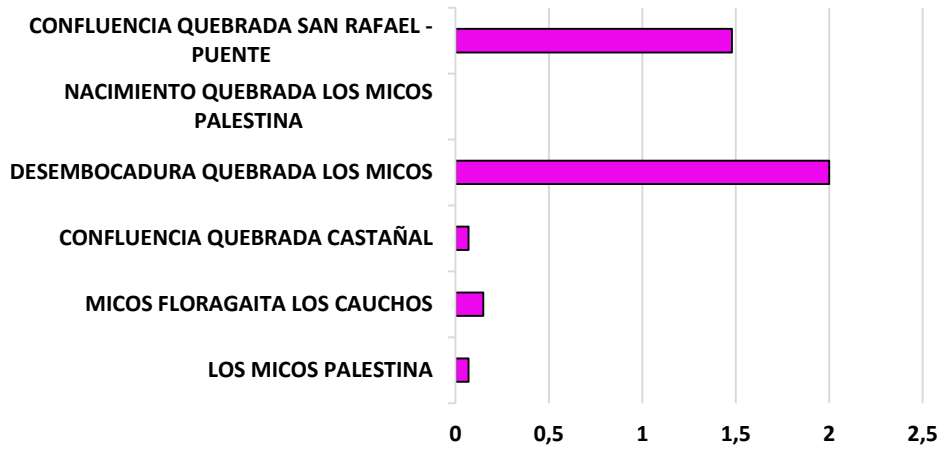
Fuente: CAM, 2014

3. Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)

Los sólidos suspendidos reflejan una condición distinta a los sólidos disueltos y no denotan relación con alguna variable propia de mineralización. Su principal causa la constituye los procesos erosivos y extractivos; su principal efecto es la disminución de la penetración de la luz. La turbiedad es otra forma de expresión de esta variable, mas no una medida directa. (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2014).

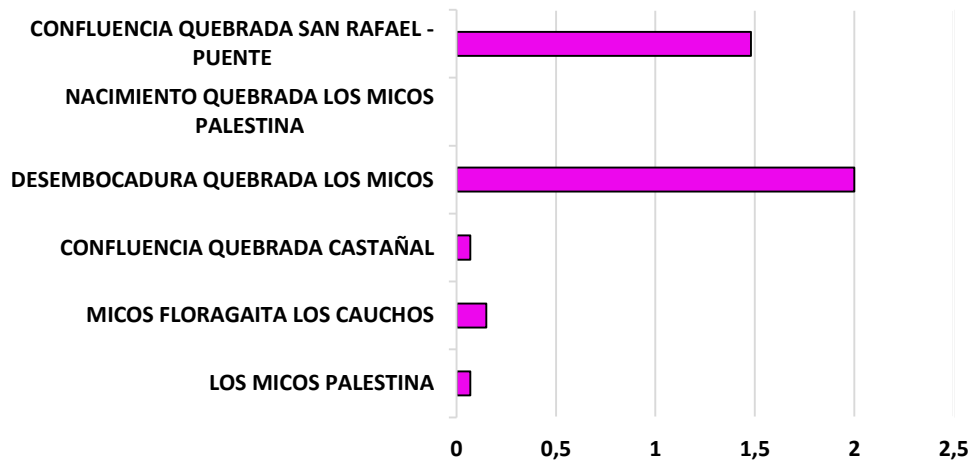
En la Grafica 13 y la Grafica 14 se puede apreciar la baja contaminación por sólidos suspendidos para el año 2011 y de igual manera para el año 2010, asociando este comportamiento al bajo arrastre de partículas del suelo erosionado debido a actividades tales como la ganadería en zonas de ladera, a la escorrentía superficial, y a las descargas de los diferentes colectores de aguas lluvias de los predios.

ICOSUS - 2011



Grafica 13. ICOSUS AÑO 2011
Fuente: CAM, 2014

ICOSUS - 2010



Grafica 14. ICOSUS AÑO 2010
Fuente: CAM, 2014

Existen unos rangos de clasificación de la contaminación del agua mediante los índices de contaminación por mineralización, por materia orgánica y por sólidos suspendidos, los cuales se presentan en la Tabla 77.

Valor del ICO	Clasificación de la Contaminación
0 – 0.2	Muy Baja
0.2 – 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Media
0.6 – 0.8	Alta
0.8 – 1.0	Muy alta

Tabla 77. Rangos de los Índices de Contaminación del Agua
 Fuente: CAM, 2014

4. Índice de Contaminación Trófico (ICOTRO)

Este índice se fundamenta en la concentración de fósforo total, el cual por ser generalmente el nutriente limitante, define la eutrofización de ecosistemas acuáticos. Si bien este último fenómeno es más importante en aguas lenticas, se expresa también bajo muchas circunstancias en agua loticas, especialmente cuando los ríos presentan bajas velocidades o aguas estancadas. A diferencia de los índices anteriormente descritos en los cuales se determina un valor particular de contaminación entre 0 y 1, en el ICOTRO la concentración de fósforo total define por sí misma una categoría discreta a saber (Tabla 78). (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2014)

Índice	Rangos mg/L
Oligotrofia	<0.01
Mesotrofia	0.01-0.02
Eutrofia	0.02-1.00
Hipereutrofia	>1.00

Tabla 78. Rango de los Índices de Contaminación Trófico
 Fuente: CAM, 2014

Para el monitoreo del año 2011, los valores del ICOTRO están en la categoría de aguas eutróficas debido al crecimiento vegetal, por tratarse de aguas lenticas.

PUNTO DE MUESTREO	ICOTRO
Los Micos Palestina	Eutrofia
Micos Floragaita Los Cauchos	Eutrofia
Confluencia Quebrada Castañal	Eutrofia
Desembocadura Quebrada Los Micos	Eutrofia
Nacimiento Quebrada Los Micos Palestina	Eutrofia
Confluencia Quebrada San Rafael - Puente	Eutrofia

Tabla 79. ICOTRO AÑO 2011
 Fuente: CAM, 2014

En año 2010 se aprecia que existe una diferencia debido a que para esta época se presentan aguas en condiciones Mesotrofia por lo que se puede concluir que de acuerdo a la condición climática, así mismo varía este.

PUNTO DE MUESTREO	ICOTRO
Los Micos Palestina	Mesotrofia
Micos Floragaita Los Cauchos	Mesotrofia
Confluencia Quebrada Castañal	Mesotrofia
Desembocadura Quebrada Los Micos	Mesotrofia
Nacimiento Quebrada Los Micos Palestina	Mesotrofia
Confluencia Quebrada San Rafael - Puente	Mesotrofia

Tabla 80. ICOTRO AÑO 2010

Fuente: CAM, 2014

Estudio y Análisis de aguas en 18 sitios de la cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas, 2012.

El monitoreo realizado en el año 2012 tuvo como propósito caracterizar las aguas de 18 puntos del Río Las Ceibas y algunas quebradas tributarias desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico respecto a los artículos 38 al 40 del Decreto 1594 de 1984. A continuación se presenta las coordenadas elipsoidales de los 18 puntos muestreados para el estudio:

Nº	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		N	W
1	Quebrada La Plata salida predio La Colonia	02° 45' 32.8"	75° 04' 32.3"
2	Quebrada La Plata Aguas abajo del puente	02° 47' 28.9"	75° 04' 19.1"
3	Las Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada La Plata	02° 47' 33.7"	75° 04' 32.3"
4	Las Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada Motilón	02° 48' 22.1"	75° 05' 07.5"
5	Quebrada Motilón antes de desembocar en Las Ceibas	02° 48' 20.2"	75° 05' 07.8"
6	Las Ceibas aguas arriba de la quebrada Santa Helena	02° 51' 07.3"	75° 06' 38.3"
7	Las Ceibas aguas debajo de la quebrada Santa Helena	02° 51' 07.52"	75° 06' 39.8"
8	Las Ceibas antes de la desembocadura de la Quebrada San Bartolo	02° 51' 42.4"	75° 08' 17.3"
9	Quebrada San Bartolo antes desembocar en Las Ceibas	02° 51' 44.4"	75° 08' 17.8"
10	Nacimiento Quebrada Los Micos	02° 52' 56.9"	75° 06' 10.7"
11	Quebrada Los Micos parte media	02° 53' 39.6"	75° 06' 17.0"
12	Quebrada Los Micos en Vereda Palestina	02° 54' 14.6"	75° 06' 55.9"
13	Quebrada Los Micos luego de la desembocadura de la Quebrada Castañal	02° 54' 25.0"	75° 07' 34.2"
14	Las Ceibas antes Bocatoma acueducto Neiva – El Guayabo	02° 55' 09.5"	75° 09' 00.3"
15	Quebrada Los Micos después confluencia de la Quebrada Totumo, Santa Lucia y El Carbón.	02° 55' 59.4"	75° 08' 07.2"

Nº	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		N	W
16	Las Ceibas antes de desembocar a la Quebrada Los Micos	02° 56' 07.5"	75° 10' 25.6"
17	Quebrada Los Micos antes de desembocar a Las Ceibas	02° 56' 17.7"	75° 10' 29.0"
18	Antes de la Bocatoma Acueducto Neiva – Las Palmas	02° 56' 51.4"	75° 13' 01.4"

Tabla 81. Ubicación Sitios de Muestreo
 Fuente: CAM, 2012.

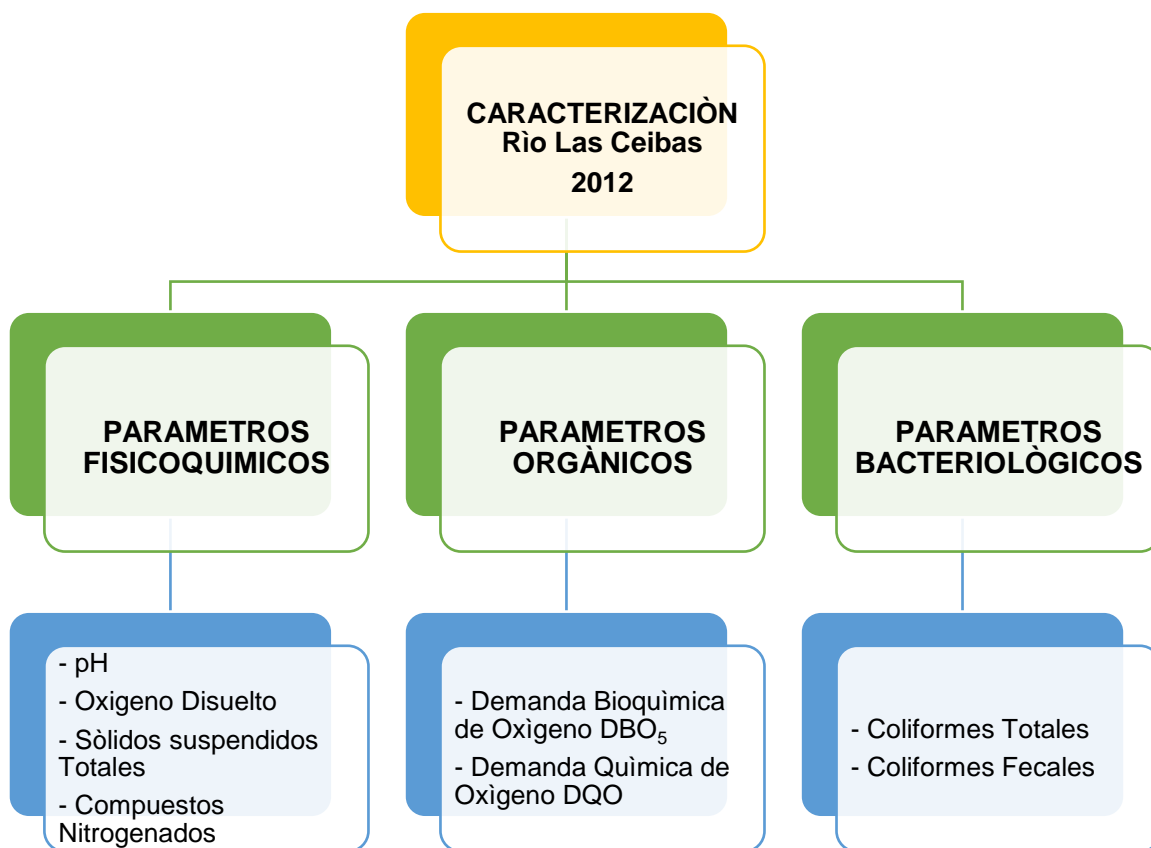


Figura 3. Parámetros de Caracterización de Calidad de Agua del Río Las Ceibas
 Fuente: CAM, 2012

Nº	UBICACIÓN	Ph	Temperatura °C		Turbi. NTU	Cond µS/cm	ST mg/L	SST mg/L	SDT mg/L	Alcalini. mg/L
		Unid.	Agua	Amb						
1	Quebrada La Plata salida predio La Colonia	6,9	16,1	14,2	10,95	111,3	114	<25	89	57
2	Quebrada La Plata Aguas abajo del puente	7,3	17,3	17,3	3,6	138,8	112	<25	87	65
3	Las Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada La Plata	7,2	15,4	16,1	14,84	66,3	120	46	74	31
4	Las Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada Motilón	7,5	17,1	18,3	11,55	59,1	104	39	65	27

ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE HÍDRICA RIO LAS CEIBAS QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN ANTERIORMENTE ESTABLECIDA
 Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

Nº	UBICACIÓN	Ph	Temperatura °C		Turbi.	Cond	ST	SST	SDT	Alcalini.
		Unid.	Agua	Am b	NTU	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
5	Quebrada Motilón antes de desembocar en Las Ceibas	7,4	17,9	18,8	0,93	161,4	130	<25	105	72
6	Las Ceibas aguas arriba de la Qda. Santa Helena	7,3	18,3	17,3	20,7	88,1	130	46	84	41
7	Las Ceibas aguas debajo de la Qda. Santa Helena	7,4	18,4	18,1	20,3	330	160	39	121	42
8	Las Ceibas antes de la desembocadura de la Qda. San Bartolo	7,3	19,7	20,3	25,1	98,3	182	59	123	43
9	Qda. San Bartolo antes desembocar en Las Ceibas	7,1	19,9	21,3	3,45	139,7	122	<25	97	56
10	Nacimiento Quebrada Los Micos	7,4	17,9	23	5,7	188,8	138	<25	113	96
11	Quebrada Los Micos parte media	7,7	20,3	27	2,4	181,3	136	<25	111	87
12	Quebrada Los Micos en Vereda Palestina	7,2	22	25	6,2	219,6	162	<25	137	73
13	Qda. Los Micos luego de la desembocadura de la Qda. Castañal	7,6	22,3	24	6,8	227,3	170	<25	145	78
14	Las Ceibas antes Bocatoma acueducto Neiva – El Guayabo	7,3	19,6	25,5	17,9	115,3	136	33	103	51
15	Qda. Los Micos después confluencia de la Qda. Totumo, Santa Lucia y El Carbón.	7	19,6	20,3	0,91	163,2	154	<25	129	101
16	Las Ceibas antes de desembocar a la Qda. Los Micos	7,5	27,1	26,7	8,3	26	112	26	86	51
17	Qda. Los Micos antes de desembocar a Las Ceibas	7,3	24,7	30,7	1,1	283	182	<25	157	104
18	Antes de la Bocatoma Acueducto Neiva – Las Palmas	7,8	25,9	30,1	14,8	128,6	120	<25	95	55

Dureza	Cloruros	Hierro	Fosforo	Fosfatos	Fluoruros	DBO 5	Nitrógeno	Nitratos	Nitritos	OD	Coliformes T.	Coliformes F.
mg/L	mg/L	mg/L de Fe	mg/L	mg/L	mg/L de F	mg/L	mg/L de N	mg/L	mg/L	mg/L	nmp/100ml	nmp/100ml
42	1,7	0,87	<0,1	0,05	<0,10	45	<0,9	<4,0	0,033	4	14	<3
56	1,5	0,31	0,1	0,05	<0,10	44,2	<0,9	<4,0	0,03	4,8	39	3
28	0,5	0,34	<0,1	0,03	<0,10	47,4	<0,9	<4,0	0,037	3,5	93	4
24	2	0,576	<0,1	0,02	<0,10	41,1	<0,9	<4,0	0,035	3,2	93	4
72	2	<0,20	<0,1	0,03	<0,10	51,4	<0,9	<4,0	0,019	5,5	23	4
38	1,2	0,66	<0,1	0,03	<0,10	52	<0,9	<4,0	0,04	4,1	23	4
38	6,4	0,4	<0,1	0,06	<0,10	77	<0,9	<4,0	0,038	4,6	27	<3
40	2	0,63	<0,1	0,03	<0,10	72	<0,9	<4,0	0,037	3,7	19	<3
48	4,6	0,34	0,1	0,04	<0,10	48,2	<0,9	<4,0	0,024	5	20	3
95	1,7	<0,20	0,3	0,04	<0,10	54,5	<0,9	<4,0	0,024	7,6	23	<3
89	2,2	0,22	<0,1	0,03	<0,10	53,7	<0,9	<4,0	0,074	7,4	23	<3
107	2,2	0,37	<0,1	<0,01	<0,10	64	<0,9	<4,0	0,024	7,7	15	<3
116	1,7	0,25	0,2	0,03	<0,10	67,2	<0,9	<4,0	0,03	7,8	20	<3
44	1,5	0,54	<0,1	0,03	<0,10	53,7	<0,9	<4,0	0,026	4,2	11	<3
136	0	<0,20	<0,1	0,02	<0,10	60,8	<0,9	<4,0	0,017	8,1	15	<3
43	2	0,34	<0,1	0,025	<0,10	44,2	<0,9	5	0,026	3	11	<3
135	0,2	<0,20	<0,1	0,02	<0,10	72	<0,9	<4,0	0,016	8,4	21	<3
51	2	0,47	<0,1	0,03	<0,10	47,4	<0,9	<4,0	0,024	4,5	11	<3

Tabla 82. Parámetros de Campo y Laboratorio – Río Las Ceibas evaluados en 2012
 Fuente: CAM, 2012

Índice de Calidad de Agua General – ICA (Año 2012)

El índice de calidad de agua “ICA” define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos índices son llamados de usos específicos. (UNIV LAB - FUNDACORH, 2012)

El índice de calidad de agua propuesto por Brown en 1970 es una versión modificada del “WQI” desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Índice de Calidad de Agua. Este índice es ampliamente utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los Ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua en tramos del mismo Río además de compararlo con la calidad del agua de diferentes ríos alrededor del mundo.

Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho Río es saludable o no. (UNIV LAB - FUNDACORH, 2012)

En la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros:

1. Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
2. Ph (Unidades de Ph)
3. Demanda Bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO₅ en mg/L)
4. Nitratos (NO₃ en mg/L)
5. Fosfatos (PO₄ en mg/L)
6. Cambio de la Temperatura (°C)
7. Turbidez (en FAU)
8. Sólidos Disueltos Totales (en mg/L)
9. Oxígeno Disuelto (OD en % Saturación)






CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Tabla 83. Clasificación del ICA

Fuente: Brown, 1970.

Análisis de estudio Realizado en el Río Las Ceibas en el año 2012:

El Índice de calidad de aguas del Río Las Ceibas y algunas quebradas afluentes se encuentra entre 77,9% y 70,4%, lo que lo califica como agua de buena calidad y entre 69,9% y 65,3%, lo que lo califica como agua de calidad Regular.

ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE HÍDRICA RIO LAS CEIBAS QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE LA
REGLAMENTACIÓN ANTERIORMENTE ESTABLECIDA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

ESTACIÓN Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PH	81,73	91,233	89,434	93,005	92,468	91,233	92,46	91,23	87,18	92,46	90,33	89,434	91,954	91,233	84,589	93,005	91,233	88,048
DESVIACIÓN DE TEMPERATURA ° C	86,453	92,359	89,511	88,489	89,15	88,945	90,02	89,66	87,97	71,46	62,54	82,12	87,1	67,024	89,511	89,925	66,464	76,291
% DE SATURACIÓN O.D	21,51	31,26	18,97	17,66	40,61	27,7	33,36	24,71	39,98	67,52	70,84	78,07	79,78	31,42	82,99	20,34	89,65	38,27
DBO5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ST	84,96	85,09	85,78	86,03	83,66	85,28	82,04	81,82	84,35	82,88	83,08	80,21	79,24	83,84	81,15	85,16	77,73	84,51
FOSFATOS	95,073	95,073	96,226	96,915	96,226	96,226	94,585	96,226	95,61	95,61	96,22	97,698	96,226	96,226	96,915	96,559	96,915	96,226
TURBIEDAD	75,08	89,54	68,85	74,06	95,8	61	61,49	56,11	89,88	85,02	92,28	83,99	82,78	64,54	95,85	79,86	95,38	68,91
NITRATOS	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	77,48	73,42	77,48	77,48
COLIFORMES FECALES	86,2	86,2	82,94	82,94	82,94	82,94	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
ÍNDICE DE CALIDAD	<u>65,3</u>	<u>69,85</u>	<u>65,29</u>	<u>65,9</u>	<u>71,28</u>	<u>66,27</u>	<u>67,59</u>	<u>65,65</u>	<u>70,44</u>	<u>73,59</u>	<u>73,67</u>	<u>76,00</u>	<u>76,77</u>	<u>65,36</u>	<u>77,94</u>	<u>66,94</u>	<u>77,25</u>	<u>67,48</u>
DESCRIPCIÓN DEL ICA	Regular	Buena	Regular	Regular	Buena	Regular	Regular	Regular	Buen	Buen	Buen	Buena	Buena	Regular	Buena	Regular	Buena	Buena
	Qda. La Plata salida predio La Colonia Qda. La Plata Aguas abajo del puente Las Ceibas antes de la desembocadura de la Qda. La Plata. Las Ceibas antes de la desembocadura de la Qda. Motilón Qda. Motilón antes de desembocar en Las Ceibas Las Ceibas aguas arriba de la Qda. Santa Helena					Las Ceibas aguas debajo de la Qda. Santa Helena Las Ceibas antes de la desembocadura de la Qda. San Bartolo Qda. San Bartolo antes desembocar en Las Ceibas Nacimiento Quebrada Los Micos Quebrada Los Micos parte media Quebrada Los Micos en Vereda Palestina					Qda. Los Micos luego de la desembocadura de la Qda. Castañal Las Ceibas antes Bocatoma acueducto Neiva – El Guayabo Qda. Los Micos después confluencia de la Qda. Totumo, Sta. Lucía y El Carbón. Las Ceibas antes de desembocar a la Qda. Los Micos Qda. Los Micos antes de desembocar a Las Ceibas Antes de la Bocatoma Acueducto Neiva – Las Palmas							

Tabla 84. Resultados del ICA en 18 Sitios de Muestreo del Rio Las Ceibas

Fuente: CAM, 2012

3.1.1. Localización de Sitios de Monitoreo de Calidad de Agua – Red de monitoreo de la calidad del agua

De acuerdo al recorrido realizado sobre la cuenca del Río Las Ceibas se identificaron cinco (7) sitios en los cuales es necesario medir la calidad de agua, para ello se deben tomar una serie de muestras y hacerle su respectivo análisis. Los sitios de muestreo fueron reconocidos de acuerdo a los vertimientos que sobre el Río se realizan. En el recorrido se identificaron también los afluentes y se realizó la respectiva localización de los puntos que se encuentran en el sistema de coordenadas planas Colombia Bogotá Zone.

En este sentido se localizaron e identificaron sobre el cauce del Río Las Ceibas todas las captaciones para diferentes usos, además de las entradas más significativas de vertimientos al cauce del Río; así se definieron como prioritarios los siguientes puntos de referencia los cuales delimitan el inicio y final de cada zona establecida (Tabla 85).

1. **Bocatoma El Guayabo:** Captación realizada por las Empresas Publicas de Neiva para el abastecimiento de la demanda hídrica del casco urbano del municipio.
2. **Quebrada “El Mico”:** Durante su recorrido recoge gran cantidad de aguas residuales domésticas.
3. **Bocatoma “El Tomo”:** Captación realizada por las Empresas Publicas de Neiva para complementar el abastecimiento de la demanda hídrica del casco urbano del municipio de Neiva.
4. **Quebrada “La Jabonera”:** Durante su recorrido recoge gran cantidad de aguas residuales domésticas incluyendo las aguas del pozo séptico de condominio “Hacienda Mayor”.
5. **Desembocadura del Río Las Ceibas al “Río Magdalena”**

ZONA	NOMBRE	COORDENADAS	
		X	Y
1	Bocatoma “El Guayabo”	2880757.3729	814732.7353
2	Quebrada “El Mico”	877775.4448	816902.4661
3	Bocatoma “El Tomo”	873093.5972	817759.6826
4	Quebrada “La Jabonera”	871015.5891	817799.5106
5	Desembocadura del R. Las Ceibas al R. Magdalena.	863705.5702	816474.6333

Tabla 85. Puntos de referencia tenidos en cuenta para el establecimiento de las zonificación del cauce de Río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Una vez definidos los puntos de referencia se establecieron los siguientes puntos de control para la toma de muestras referenciados en la Tabla 86.

RÍO LAS CEIBAS			
PUNTO	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
	X	Y	
A01	881235,356	809045,663	Antes de primera captación identificada mediante labores de campo (bocatoma artesanal)
A02	880753,657	814695,813	Antes de primera bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma el Guayabo"
A03	877801,254	816909,498	En la quebrada "Los Micos" antes de su desembocadura en río Las Ceibas
A04	873162,568	817776,402	Antes de segunda bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma El Tomo"
A05	871212,106	817800,719	En el Río Ceibas antes de la desembocadura de la quebrada "La Jabonera"
A06	870879,789	817939,361	En el Río Ceibas después de la desembocadura de la quebrada "La Jabonera"
A07	863798,916	816500,157	Antes de desembocadura de río Las Ceibas al río Magdalena

Tabla 86. Puntos de control para muestreo de calidad de aguas cauce Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.2. Determinación de Parámetros “In-Situ”

Los parámetros In-Situ son medidos de forma puntual y determinan el estado inmediato del cuerpo de agua en los sitios en donde se realizó la medición, estos parámetros se miden directamente en el sitio debido a que sufren variaciones considerables durante los procesos de transporte y almacenamiento. Los parámetros medidos son: Caudal Promedio, pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura del Ambiente, Temperatura del Agua y Oxígeno Disuelto, esta labor fue realizada por personal capacitado de FUNDISPROS. A continuación se muestran los resultados arrojados de estos parámetros en los sitios monitoreados:

PARÁMETRO	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADES	RESULTADOS IN SITU						
			PUNTOS DE MUESTREO		A01	A02	A03	A04	A05
			19 Marzo / 2015	18 Marzo / 2015	18 Marzo / 2015	18 Marzo / 2015	19 Marzo / 2015	19 Marzo / 2015	19
FECHA									
CAUDAL AFORADO	Micromolinete (Protocolo del IDEAM)	m ³ /s	2.70	3.733	0.553	3.09	0.594	0.711	
pH	Multiparametro Hach	Unidades de pH	6.67	6.88	7.38	6.82	7.33	6.90	
Temperatura	Multiparametro Hach	°C	21.4	21.7	24	25.2	28.3	28.8	
Conductividad Eléctrica	Multiparametro Hach	µs/cm	141.3	150.3	197	160.5	170.5	196.9	
Oxígeno Disuelto	Multiparametro Hach	mg/l	8.27	8.26	7.88	7.79	7.57	6.74	
Oxígeno Disuelto	Multiparametro Hach	% de Saturación	108.7	101.5	101	101.8	104.9	94.6	
Sólidos Totales Disueltos	Multiparametro Hach	mg/l	66.9	71.3	*	76.4	80.1	94.2	

Tabla 87. Resultados Parámetros In Situ, Río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.3. Determinación de Parámetros en Laboratorio

Nº	PARÁMETRO	RESULTADOS							UNIDAD	MÉTODO
	RESPONSABLE DEL MONITOREO	ANTEK & DIAGNOSTICAMOS SAS								
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	32459	32231	32232	32233	35608	32460	34819		
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07		
FECHA	19/03/2015	18/03/2015	18/03/2015	18/03/2015	19/03/2015	19/03/2015	24/03/2015			
1	Sólidos sedimentables	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	2,0	<0,1	<0,1	MI/L - h	SM 2540 F
2	Sólidos suspendidos Totales	<8	17	283	54	805	<8	61	mg/L	SM 2540 D
3	Sólidos totales	94	106	414	148	890	112	160	mg/L	SM 2540 B
4	DBO ₅	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	mg/L O ₂	SM 5210 B - SM 4500 - O - G
5	DQO	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	mg/L O ₂	SM 5220 C
6	Boro	<0,137	<0,137	<0,137	<0,137	<0,137	<0,137	<0,137	mg/L	SM 4500-B B
7	Calcio	14,7	17,1	26,9	19,1	12,5	18,5	16,7	mg/L	SM 3111 B
8	Magnesio	5,06	4,39	7,47	5,30	4,02	6,39	5,22	mg/L	SM 3111 B
9	Potasio	0,788	1,18	1,15	1,14	2,62	1,83	1,51	mg/L	SM 3111 B
10	Sodio	7,88	3,91	7,66	7,00	6,83	10,7	5,78	mg/L	SM 3111 B
11	Grasas y Aceites	<0,67	<0,67	<0,67	<0,67	<0,67	<0,67	<0,67	mg/L	SM 5520 C
12	Coliformes Totales	687	795	6120	1174	333	4611	1063	NMP/100mL	SM 9223 B
13	Coliformes Fecales	280	33	1600	49	4,5	1600	33	NMP/100mL	SM 92221 E
14	Turbiedad	4,56	15,9	495	73,5	>1000	18,1	62,0	NTU	SM 2130 B
		0,24	0,84	26,23	3,89	>53	0,96	3,29	UJT	SM 2130 B
15	Color Verdadero	8	10	12	37	40	1 2	27	UPC	SM 2120
16	Alcalinidad Total	59,8	61,8	76,8	65,0	48,1	73,9	63,5	mg/L CaCO ₃	SM 2320 C
17	Dureza Total	59,1	63,0	98,2	72,1	49,7	71,3	68,0	mg/L CaCO ₃	SM 2340 C
18	Bicarbonatos	59,8	61,8	76,8	65,0	48,1	73,9	63,5	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B
19	Carbonatos	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B
20	Cloruros	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	mg/L CL-	SM 4500-CL B
21	Sulfatos	11,9	13,4	22,1	15,2	<5	18,0	16,8	mg/L SO ₄ ²⁻	SM 4500 - SO ₄ -2 E

Nº	PARÁMETRO	RESULTADOS							UNIDAD	MÉTODO
	RESPONSABLE DEL MONITOREO	ANTEK & DIAGNOSTICAMOS SAS								
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	32459	32231	32232	32233	35608	32460	34819		
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07		
FECHA	19/03/2015	18/03/2015	18/03/2015	18/03/2015	19/03/2015	19/03/2015	24/03/2015			
22	Fosfatos	<0,062	13,4	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	mg/L P-PO ₄ ⁻³	SM 4500 – P E
23	Nitratos	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	mg/L N – NO ₃	SM 4500 – NO3 B
24	Nitritos	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,023	0,024	mg/L N – NO ₂	SM 4500 – NO2 - B
25	Nitrógeno Total	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	mg/L N	SM 4500 – Norg C SM 4500 – NH3 C
26	Nitrógeno Amoniacal	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	mg/L N-NH ₃	SM 4500 – NH3 B SM 4500 – NH3 C
27	Fosforo Orgánico	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	0,260	<0,062	<0,062	mg/L P	SM 4500 – P B SM 4500 – P E
28	Fosforo Inorgánico	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	0,780	0,154	0,139	mg/L P	SM 4500 – P B SM 4500 – P E
29	Carbono Orgánico Total	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	Mg/L	SM 4500 – P B SM 4500 – P E

Tabla 88. Resultados de Parámetros medidos en Laboratorio de los sitios Monitoreados
 Fuente: ANTEK & DIAGNOSTICAMOS SAS, 2015

3.1.4. Análisis de Resultados Físico. Químico y Bacteriológico-Línea Base de Calidad de Agua

Determinar la línea base de calidad de agua constituye la clave para empezar a visualizar la relación entre la calidad del cuerpo receptor y los usuarios de éste, identificados y cualificados con anterioridad. Para la construcción de la línea base de calidad del Río Las Ceibas, se atendieron a parámetros fisicoquímicos como bacteriológicos los cuales se describen a continuación

Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

Con el objetivo de determinar la calidad del agua del Río Las Ceibas de acuerdo con los usos contemplados en el Decreto 1076 de 2015, se articularon los resultados de los parámetros hallados en el monitoreo del año 2015 realizado para el presente ordenamiento, además se establecerán los objetivos de calidad teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el modelo simulación de calidad de agua:

OBJETIVOS Y PARAMETROS PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA	
OBJETIVO	PARAMETROS
Determinar la calidad del Agua mediante análisis hidrobiológico sobre el Río Las Ceibas	<ul style="list-style-type: none"> - Fitoplancton - Peces - Perfiton - Zooplancton - Macrofitas - Macroinvertebrados Bentónicos
Realizar la modelacion de calidad de Agua "QUAL 2Kw" del Río Las Ceibas	<ul style="list-style-type: none"> - DBO₅: Lenta y Rápida. - Detritus - Nitrógeno Amoniacal - Fosforo Inorgánica - Solidos suspendidos Totales - Oxígeno Disuelto - Materia Organica Particulada
Articular el Decreto 1076 de 2015 con datos de los parámetros de calidad hallados en los monitoreos realizados sobre el Río Las Ceibas	<ul style="list-style-type: none"> - Oxígeno disuelto - Temperatura - Boro - Cloruros, - Nitratos, Nitritos y Nitrógeno Amoniacal, - Sulfatos, - Turbiedad, - Coliformes Fecales y Coliformes Totales, - Conductividad Eléctrica, - Carbono Orgánico Total COT, - Calcio, Alcalinidad Total, Magnesio y Fosfatos.

OBJETIVOS Y PARAMETROS PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA	
OBJETIVO	PARAMETROS
Determinar el Índice de Calidad de Agua – ICA de acuerdo a la metodología establecida por el Estudio Nacional de agua (ENA, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - DBO₅: Demanda Bioquímica de oxígeno a cinco (5) días. (DBO₅, mg/l) - OD: Oxígeno disuelto. Expresado en porcentaje de saturación (% Sat.) - Potencial de Hidrógeno (pH, en unidades) - Turbiedad (NTU) - Fosfatos (mg/l) - Nitratos (mg/l) - Coliformes Fecales (NMP/100ml) - Sólidos Totales (mg/l)
Establecer las metas quinquenales de reducción de Carga contaminante de acuerdo al Decreto 2667 de 2012	<ul style="list-style-type: none"> - DBO₅: Demanda Bioquímica de oxígeno a cinco (5) días - SST: Sólidos Suspendidos Totales

Tabla 89. Objetivos y Parámetros para el análisis de calidad de agua

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para efectuar este análisis se requiere calcular algunos índices de calidad de agua como la conductividad Eléctrica, Salinidad Efectiva y salinidad potencial. La mayoría de los cálculos de estos índices así como muchos de los parámetros de clasificación establecidos, requieren que las cantidades obtenidas para los aniones y cationes sean expresadas en miliequivalentes por litro. A continuación se presenta la relación de mg/l a meq/l y los resultados obtenidos de la conversión:

$$\frac{mEq}{l} = \frac{mg}{l} * \frac{valencia}{Peso\ átomico}$$

RIO LAS CEIBAS																
SITIO DE MUESTREO			PARÁMETRO EN mg/l							PARÁMETRO EN mEq/l						
ELEMENTO	PESO ATÓMICO	VALENCIA	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07
CATIONES																
SODIO	22.99	1	7,88	3,91	7,66	7,00	6,83	10,7	5,78	0,343	0,170	0,333	0,304	0,297	0,465	0,251
MAGNESIO	24.305	2	5,06	4,39	7,47	5,30	4,02	6,39	5,22	0,416	0,361	0,615	0,436	0,331	0,526	0,430
CALCIO	40.078	2	14,7	17,1	26,9	19,1	12,5	18,5	16,7	0,734	0,853	1,342	0,953	0,624	0,923	0,833
POTASIO	39.0983	1	0,788	1,18	1,15	1,14	2,62	1,83	1,51	0,020	0,030	0,029	0,029	0,067	0,047	0,039
ANIONES																
SULFATOS	96.063	2	11,9	13,4	22,1	15,2	5	18,0	16,8	0,248	0,279	0,460	0,316	0,104	0,375	0,350
CARBONATOS	60.015	2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133
BICARBONATO	61.015	1	59,8	61,8	76,8	65,0	48,1	73,9	63,5	0,980	1,013	1,259	1,065	0,788	1,211	1,041
CLORUROS	35.453	1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0,093	0,093	0,093	1,065	0,093	0,093	0,093
OTROS																
NITRATOS	62.05	1	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
BORO	10.811	3	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038

Tabla 90. Conversión de mg/l a meq/l para Aniones y Cationes obtenidos en el Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.1. Análisis de Acuerdo al Contenido de sales solubles

El efecto nocivo de las sales solubles, se debe a que produce presiones osmóticas en la solución del suelo que está en contacto con las raíces de la planta, las cuales, al pasar de ciertos valores producen una disminución en los rendimientos o pérdida total de la cosecha. Estos efectos son diferentes para cada cultivo en distintas etapas de desarrollo (Palacios y Aceves, 1970; Del Valle, 1992; Aguilera y Martínez, 1996, Marín, 2002; Citados por (Pérez León, 2011)).

3.1.4.1.1. Conductividad Eléctrica

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNID	VALORES PERM Pizarro, 1978	CRITERIO	
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06				A07
Conductividad Eléctrica		141.3	150.3	197	160.5	170.5	196.9	155.1	µs/cm	0-250	CUMPLE

Tabla 91. Conductividad eléctrica del Río – Las Ceibas
 Fuente: ANTEK & DIAGNOSTICAMOS SAS, 2015

3.1.4.1.2. Salinidad Efectiva

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNID.	
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06		A07
Salinidad Efectiva		0,399	0,269	0,928	0,524	0,397	0,617	0,379	mEq/lt
Condición que se Cumple		(3) Cuando $Ca < (CO_3 + CO_3H)$ pero $(Ca+Mg) > (CO_3 + CO_3H)$							
Ecuación Utilizada		$SE = \sum \text{cationes} - (CO_3 + CO_3H)$							
Criterio de Calidad		Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

Tabla 92. Resultados de Salinidad Efectiva en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.1.3. Salinidad potencial

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNID.	VALOR PERMISIBLE Valverde, 1998	CRITERIO	
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06				A07
Salinidad Potencial		0,217	0,233	0,323	0,251	0,145	0,280	0,268	mEq/L	<3	CUMPLE

Tabla 93. Resultados de Salinidad Potencial en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.2. Análisis de acuerdo al efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo

3.1.4.2.1. Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNIDAD	VALOR PERMISIBLE Pérez León, 2011
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06		
RAS	0,452	0,218	0,337	0,365	0,430	0,547	0,316	(mEqL ⁻¹) ^{1/2}	0-10
Criterio	S.1	S.1	S.1	S.1	S.1	S.1	S.1		CUMPLEN

Tabla 94. Relación Adsorción de Sodio en los Puntos de Muestreo Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

CLASIFICACIÓN	RAS	
	CE=100 µs/cm	CE= 750 µs/cm
S.1 Bajo en Sodio	0-10	0-6
S.2 Media en Sodio	10-18	6-12
C.3 Alta en Sodio	18-26	12-18
c.4 Muy Alta en Sodio	> 26	> 18

Tabla 95. Valores para clasificar aguas de riego según su RAS

Fuente: Palacios y Aceves, 1970; Del Valle, 1992; Aguilera y Martínez, 1996; Marín, 2002; Citados por (Pérez León, 2011)

3.1.4.2.2. Porcentaje de sodio intercambiable

PARÁMETRO	RESULTADOS							
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07
PSI		-0,597	-0,947	-0,769	-0,726	-0,630	-0,456	-0,800

Tabla 96. Resultados Porcentaje de Sodio Intercambiable en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.2.3. Carbonato de sodio residual (CSR)

PARÁMETRO	RESULTADO							UNI.	VALOR PERMISIBLE Pizarro, 1978	CRITERIO
	SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06			
CSR	-0,037	-0,068	-0,565	-0,191	-0,033	-0,105	-0,089	mEq/L	<1,25	CUMPLE

Tabla 97. Resultados de Carbonato de Sodio Residual en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.2.4. Porcentaje de sodio posible

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNID.	VALOR PERMISIBLE
-----------	------------	-------	------------------

SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	Palacios y Aceves, 1970	
								%	>50%
PSP	94,44	84,92	91,88	91,26	81,59	90,86	86,68	%	>50%
Criterio	Buena para riego								

Tabla 98. Resultados PSP en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.3. Análisis de acuerdo al contenido de Elementos Tóxicos para las plantas

3.1.4.3.1. Contenido de Boro

PARÁMETRO	RESULTADO							UNID.	VALOR PERMISIBLE	
									Palacios y Aceves, 1970	Decreto 1594 del 1984
SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07			
BORO	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	(mEq/l)	< 1	0,083 – 1,110
	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	mg/l		0,3 – 4,0
Criterio									CUMPLE	CUMPLE

Tabla 99. Resultados Contenido de Boro en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.4.3.2. Contenido de Cloruros

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNID.	VALOR PERMISIBLE	
									Palacios y Aceves, 1970	Decreto 1594 del 1984
SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07			
CLORUROS	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	(mEq/l)	< 4	0,3 – 4,0
Criterio	Nivel Tóxico Inexistente								CUMPLE	

Tabla 100. Resultados Contenido de Cloruros en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Teniendo en cuenta la anterior clasificación y los resultados de cloruros obtenidos en el laboratorio se puede determinar que el agua del Río Las Ceibas no presenta ningún nivel tóxico por lo cual se puede utilizar en riego.

3.1.4.4. Análisis de acuerdo a otros criterios

3.1.4.4.1. Índice de Magnesio (Img)

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNI	VALOR PERMISIBLE
									Pizarro, 1978
SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07		
Img	36,208	29,742	31,409	31,392	34,654	36,288	34,012	%	< 50
Criterio	CUMPLEN								

Tabla 101. Índices de Magnesio en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

De acuerdo con lo anterior el agua analizada no presenta ninguna peligrosidad pues presenta resultados inferiores al que la teoría determina como peligroso.

3.1.4.4.2. Porcentaje de Cloruros (CIP)

PARÁMETRO	RESULTADOS							UNIDAD
SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	
CIP	6,504	6,230	4,864	5,882	8,452	5,220	5,581	%

Tabla 102. Porcentaje de Cloruros en los Puntos de Muestreo – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.5. Determinación de Índices de Contaminación

3.1.5.1. Índice de Contaminación por Materia Orgánica "ICOMO"

MONITOREO	DBO ₅	COLIFORMES TOTALES	%SAT. OD
A01	5,0	687	108.7
A02	5,0	795	101.5
A03	5,0	6120	101
A04	5,0	1174	101.8
A05	5,0	333	104.9
A06	5,0	4611	94.6
A07	5,0	1063	105.8

Tabla 103. Información Requerida para el cálculo del ICOMO
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

MONITOREO	I DBO	I COLIF T.	I %SAT. OD	ICOMO
A01	0,44	0,149	0,0000	0,195991592
A02	0,44	0,184	0,0000	0,207828198
A03	0,44	0,681	0,0000	0,3732866
A04	0,44	0,279	0,0000	0,239431046
A05	0,44	0,000	0,0000	0,146426334
A06	0,44	0,612	0,0540	0,368334757
A07	0,44	0,255	0,0000	0,23137921

Tabla 104. Determinación del ICOMO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.5.2. Índice de Contaminación de Sólidos Suspendidos (ICOSUS)

MONITOREO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS	ICOSUS
A01	8	0,00
A02	17	0,03
A03	283	0,83
A04	54	0,14
A05	805	1,00
A06	8	0,00
A07	61	0,16

Tabla 105. Determinación del ICOSUS sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.5.3. Índice de Contaminación por Fosforo Total (ICOTRO)

CONCENTRACIÓN P_{TOTAL} (Mg/L)

SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07
Fósforo Orgánico	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	0,260	<0,062	<0,062
Fósforo Inorgánico	<0,062	<0,062	<0,062	<0,062	0,780	0,154	0,139
Fósforo Total (Fósforo Orgánico + Fósforo Inorgánico)	<0,124	<0,124	<0,124	<0,124	<1,04	<0,216	<0,201

Tabla 106. Determinación del ICOTRO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

CONDICIÓN	P _{TOTAL} (mg/l)
Oligotrofia	< 0.01
Mesotrofia	0.01 – 0.02
Eutrofia	0.02 – 1.00
Hipereutrofia	> 1.0

MONITOREO	FÓSFORO TOTAL (mg/l)	CONDICIÓN	ICOTRO
A01	<0,124	Eutrofia	0.02 – 1.00
A02	<0,124	Eutrofia	0.02 – 1.00
A03	<0,124	Eutrofia	0.02 – 1.00
A04	<0,124	Eutrofia	0.02 – 1.00
A05	<1,04	Hipereutrofia	> 1.0
A06	<0,216	Eutrofia	0.02 – 1.00
A07	<0,201	Eutrofia	0.02 – 1.00

Tabla 107. Determinación del ICOTRO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.5.4. Clasificación de los Índices de Contaminación (ICO)

RANGO DEL ICO	CONTAMINACIÓN
0 – 0.2	Muy Baja
> 0.2 – 0.4	Baja
> 0.4 – 0.6	Media
> 0.6 – 0.8	Alta
> 0.8 – 1.0	Muy Alta

Tabla 108. Clasificación del Índice de Contaminación
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

MONITOREO	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
A01	0,1959	0,00	Eutrofia
A02	0,2078	0,03	Eutrofia
A03	0,3732	0,83	Eutrofia
A04	0,2394	0,14	Eutrofia
A05	0,1464	1,00	Hipereutrofia
A06	0,3683	0,00	Eutrofia
A07	0,2313	0,16	Eutrofia

Tabla 109. Clasificación de los ICO en los sitios monitoreados sobre el Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.1.6. Determinación del Índice de Calidad de Agua – ICA

3.1.6.1. Índice de Calidad de Agua (ICA-Nfs)

ICA NFS – PUNTO A01					
Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	108.1	% Sat.	85	18.25%	15.51
Coliformes Fecales	280	NMP/100ml	20	16.25%	3.25

pH	6.67	Unidades	55	13.25%	7.29
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	94	mg/l	79	9.25%	7.31
Turbiedad	4.56	NTU	74	9.25%	6.85
RESULTADO - ICA					61.02

ICA NFS – PUNTO A02

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	101.5	% Sat.	84	18.25%	15.33
Coliformes Fecales	33	NMP/100ml	40	16.25%	6.50
pH	6.88	Unidades	67	13.25%	8.88
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	13.4	mg/l	2	11.25%	0.23
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	106	mg/l	75	9.25%	6.94
Turbiedad	15.9	NTU	62	9.25%	5.74
RESULTADO - ICA					56.54

ICA NFS – PUNTO A03

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	101	% Sat.	71	18.25%	12.96
Coliformes Fecales	1600	NMP/100ml	10	16.25%	1.63
pH	7.38	Unidades	84	13.25%	11.13
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	414	mg/l	32	9.25%	2.96
Turbiedad	495	NTU	5	9.25%	0.46
RESULTADO - ICA					49.95

ICA NFS – PUNTO A04

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	101.8	% Sat.	71	18.25%	12.96
Coliformes Fecales	49	NMP/100ml	41	16.25%	6.66
pH	6.82	Unidades	59	13.25%	7.82
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	148	mg/l	54	9.25%	5.00
Turbiedad	73.5	NTU	20	9.25%	1.85
RESULTADO - ICA					55.10

ICA NFS – PUNTO A05

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	104.9	% Sat.	69	18.25%	12.59
Coliformes Fecales	4.5	NMP/100ml	25	16.25%	4.06
pH	7.33	Unidades	70	13.25%	9.28

DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	890	mg/l	20	9.25%	1.85
Turbiedad	1000	NTU	5	9.25%	0.46
RESULTADO - ICA					49.06

ICA NFS – PUNTO A06

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	94.6	% Sat.	71	18.25%	12.96
Coliformes Fecales	1600	NMP/100ml	10	16.25%	1.63
pH	6.90	Unidades	70	13.25%	9.28
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	112	mg/l	22	9.25%	2.04
Turbiedad	18.1	NTU	40	9.25%	3.70
RESULTADO - ICA					50.41

ICA NFS – PUNTO A07

Parámetro	Resultado	Unidades	Q - Valor	Ponderación	Subtotal
Oxígeno Disuelto	105.8	% Sat.	75	18.25%	13.69
Coliformes Fecales	33	NMP/100ml	15	16.25%	2.44
pH	6.29	Unidades	49	13.25%	6.49
DBO5	5	mg/l	45	11.25%	5.06
Fosfatos Totales	0.062	mg/l	70	11.25%	7.88
Nitratos	0.100	mg/l	70	11.25%	7.88
Solidos Totales	160	mg/l	51	9.25%	4.72
Turbiedad	62	NTU	20	9.25%	1.85
RESULTADO – ICA					50.00

Tabla 110. Cálculo de los ICA – Río Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Clasificación del agua usando WQI_{NFS}

VALOR DEL INDICE	CLASIFICACIÓN
91-100	Excelente
71-90	Buena
51-70	Media
26-50	Mala
0-25	Muy Mala

Tabla 111. Escala de clasificación del ICA – NFS

Fuente: IDEAM, 2007

SITIO DE MUESTREO	Resultado Crítico del ICA Calculado	Rango ICA	CLASIFICACIÓN
	ICA - NFS		

A01	Antes de primera captación identificada mediante labores de campo (bocatoma artesanal)	61.02	51-70	Media
A02	Antes de primera bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma el Guayabo"	56.54	51-70	Media
A03	En la quebrada "Los Micos" antes de su desembocadura en río Las Ceibas	49.95	26-50	Mala
A04	Antes de segunda bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma El Tomo"	55.10	51-70	Media
A05	Antes de desembocadura quebrada "La Jabonera"	49.06	26-50	Mala
A06	Después de desembocadura quebrada "La Jabonera"	50.41	26-50	Mala
A07	Antes de desembocadura de río Las Ceibas al río Magdalena	50.00	26-50	Mala

Tabla 112. Clasificación de la calidad de agua para el Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

ZONAS DEL RÍO LAS CEIBAS	SITIOS DE MUESTREO	ÍNDICE DE CALIDAD	% DE REDUCCIÓN
ZONA 1	A01	61.02	10%
	A02	56.54	10%
ZONA 2	A03	49.95	20%
	A04	55.10	10%
ZONA 3	A05	49.06	20%
	A06	50.41	20%
ZONA 4	A07	50.00	20%

Tabla 113. Porcentaje de Reducción de Caudal por Calidad de Agua en las diferentes zonas del Río Las Ceibas

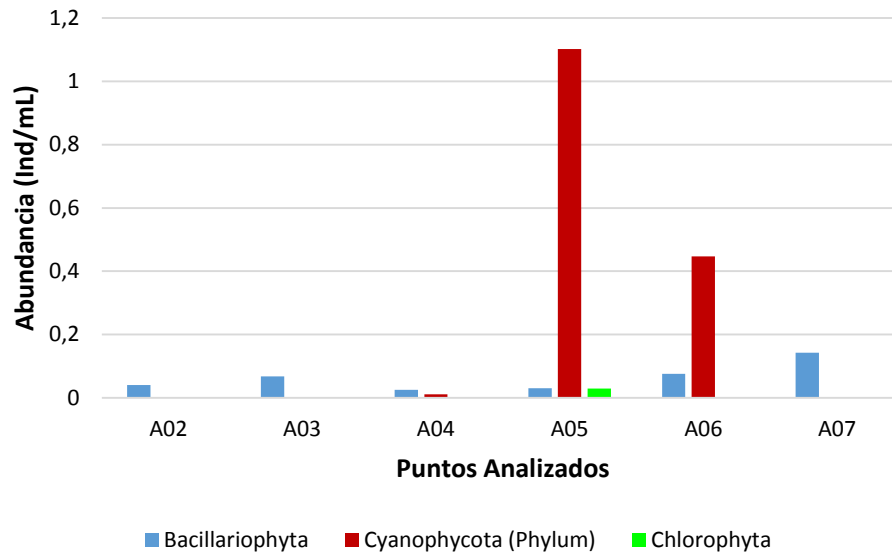
Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.2. ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICO

A continuación se describen el proceso de caracterización para cada una de las comunidades Hidrobióticas en los puntos monitoreados sobre el Río Las Ceibas:

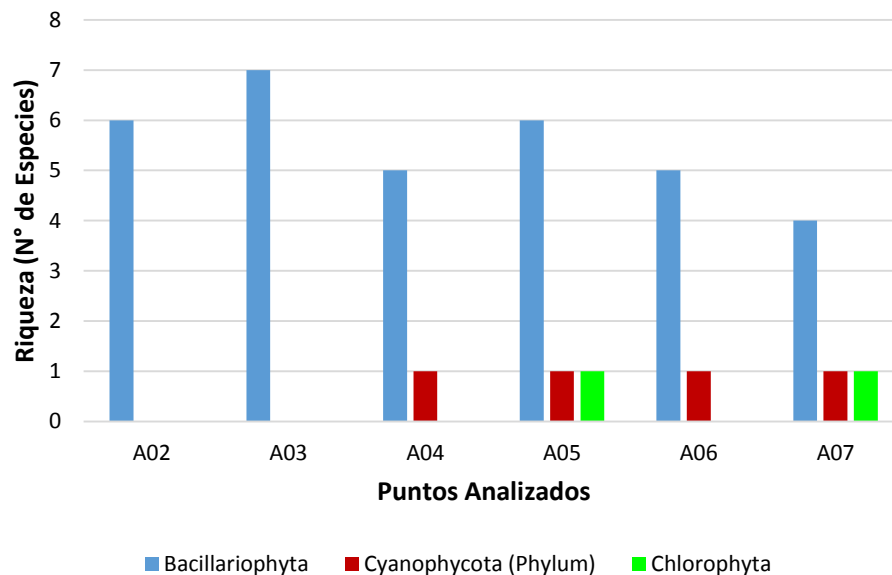
FITOPLANCTON

La comunidad fitoplanctónica en los 6 puntos analizados se conformó por las divisiones Bacillariophyta en todos los puntos, Chlorophyta en el punto A07 y punto A05, y el phylum Cyanophycota en todos los puntos menos en el punto A03 y punto A02. (Grafica 15)



Grafica 15. Abundancia en la comunidad fitoplanctónica en los puntos monitoreados
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

Respecto a la riqueza registrada en los 6 puntos monitoreados, la división Bacillariophyta fue la que mostró mayor riqueza de especies en todos los puntos con rangos de tres a siete especies reportadas, el phylum Cyanophycota mantuvo una riqueza de uno en nueve de los 6 puntos analizados, al igual que la división Chlorophyta que fue reportada en dos de los 6 puntos, en donde su riqueza no supero una unidad. Siendo el punto A07 y el A05 los más diversos del monitoreo. (Grafica 16)



Grafica 16. Riqueza en la comunidad fitoplanctónica en los puntos monitoreados
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica

PUNTOS	S	N	J'	H' (Log2)	λ	N1	N2	N10	N21
A02	6	0,04	0,93	2,41	0,22	5	5	0,88	0,86
A03	7	0,067	0,94	2,64	0,18	6	6	0,89	0,90
A04	6	0,036	0,97	2,50	0,19	6	5	0,94	0,93
A05	8	1,161	0,13	0,40	0,90	1	1	0,16	0,84
A06	6	0,523	0,33	0,86	0,74	2	1	0,30	0,75
A07	6	0,146	0,69	1,77	0,33	3	3	0,57	0,88

S: Riqueza. N: Abundancia. J': Uniformidad de Pielou. H': Diversidad de Shannon-Weiner.
 A: Predominio de Simpson. N1, N2, N10 y N21: Serie de números de Hill. --: Índice no calculado.

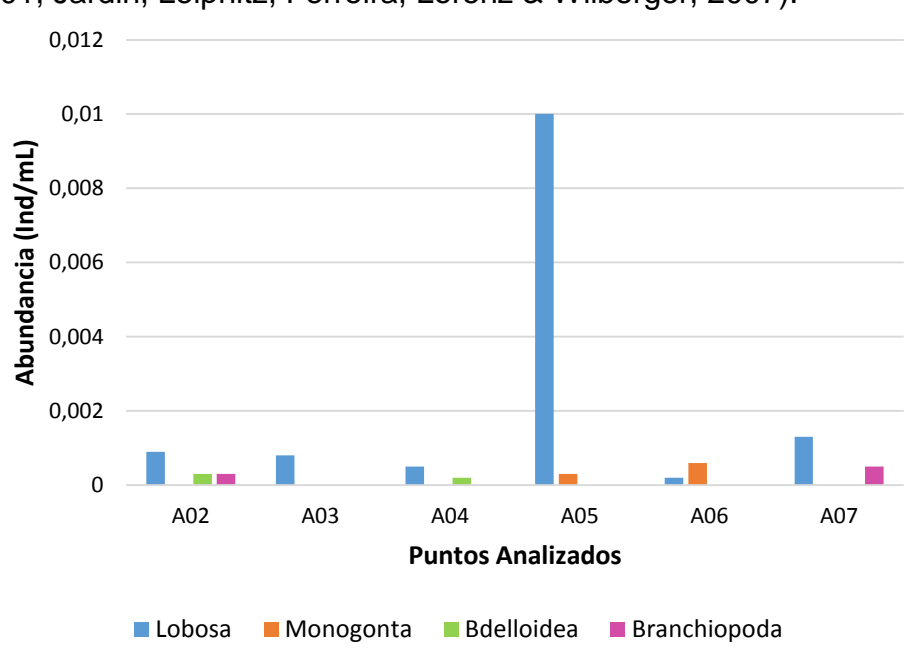
Tabla 114. Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica

Fuente: Antek S.A.S, 2015

ZOOPLANCTON

La comunidad zooplanctónica estuvo conformada por las clases Lobosa en todos los puntos de muestreo; Monogonta en el A05 y A06; Bdelloidea en el punto A04 y punto A02; y Branchiopoda en el punto A07 y A02.

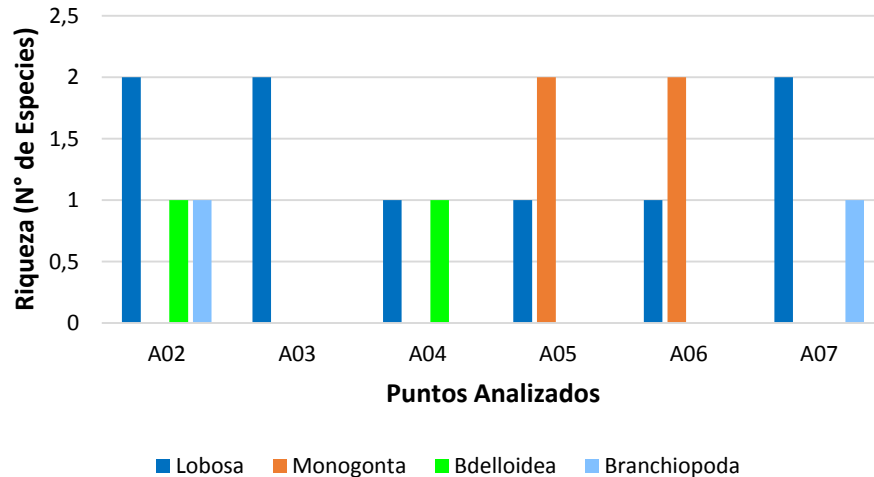
Adicionalmente se registró *Bullinularia sp.*, en el punto A02 (0,0003 Ind/mL), estos organismos crecen en aguas con pH ácido, en zonas húmedas de las turberas y son indicadores de altas concentraciones de calcio (Ca) (Streble & Krauter, 1987; Dajoz, 2001; Jardin, Leipnitz, Ferreira, Lorenz & Wilberger, 2007).



Gráfica 17. Abundancia en la comunidad zooplanctónica en los puntos monitoreados

Fuente: Antek S.A.S, 2015

La riqueza de la comunidad zooplanctónica se puede observar en la Grafica 18, en donde la clase Lobosa varía entre una especie en el punto A06, punto A05 y en el punto A04 siendo estos puntos los de menos riqueza para esta clase taxonómica. Por otro lado se observa la homogeneidad de la clase Monogonta en los puntos positivos para esta clase.



Grafica 18. Riqueza en la comunidad Zooplanctónica en los puntos monitoreados
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

La riqueza de la comunidad zooplanctónica se puede observar en la Grafica 18, en donde la clase Lobosa varía entre una especie en el punto A06, punto A05 y en el punto A04 siendo estos puntos los de menos riqueza para esta clase taxonómica.

Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica

Se observan los índices ecológicos para lo uno de los puntos analizados respecto a la comunidad zooplanctónica; donde de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener los puntos muestreados presenta una diversidad baja, lo que indica un grado de contaminación muy contaminado a moderadamente contaminado al presentar valores entre 0,99 a 2,78 bits/individuo, corroborando lo observado con la comunidad fitoplanctónica.

PUNTOS	S	N	J'	H' (Log2)	λ	N1	N2	N10	N21
A02	4	0,0015	0,96	1,92	0,28	4	4	0,95	0,94
A03	2	0,0008	--	--	--	--	--	--	--
A04	2	0,0007	--	--	--	--	--	--	--
A05	3	0,0013	0,63	0,99	0,62	2	2	0,66	0,81
A06	3	0,0008	0,99	1,56	0,34	3	3	0,98	0,99
A07	3	0,0018	0,98	1,55	0,35	3	3	0,97	0,97

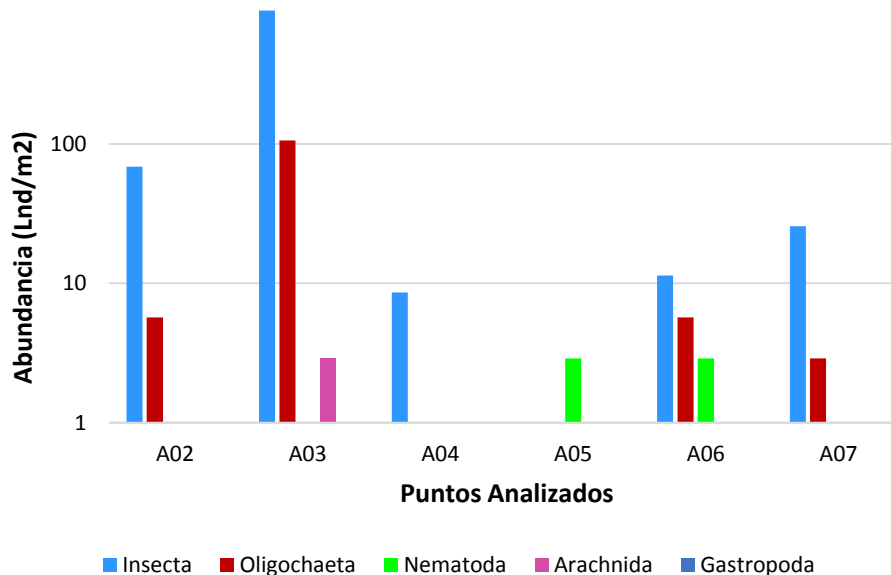
S: Riqueza. N: Abundancia. J': Uniformidad de Pielou. H': Diversidad de Shannon-Weiner. A: Predominio de Simpson. N1, N2, N10 y N21: Serie de números de Hill. --: Índice no calculado.

Tabla 115. Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

Según el índice de Pielou esta comunidad muestra un comportamiento uniforme en los puntos debido a que sus valores están cercanos a uno, esto se puede corroborar con los numero de Hill en se observa que no hay especies dominantes en ninguno de los sistemas, sin embargo en el punto A05 el grado de uniformidad es considerablemente menor con respecto a los otros cuerpos de agua. En el punto A04 y en el punto A03 al reportarse riquezas inferiores a tres los índices ecológicos no fueron calculados (Tabla 115).

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

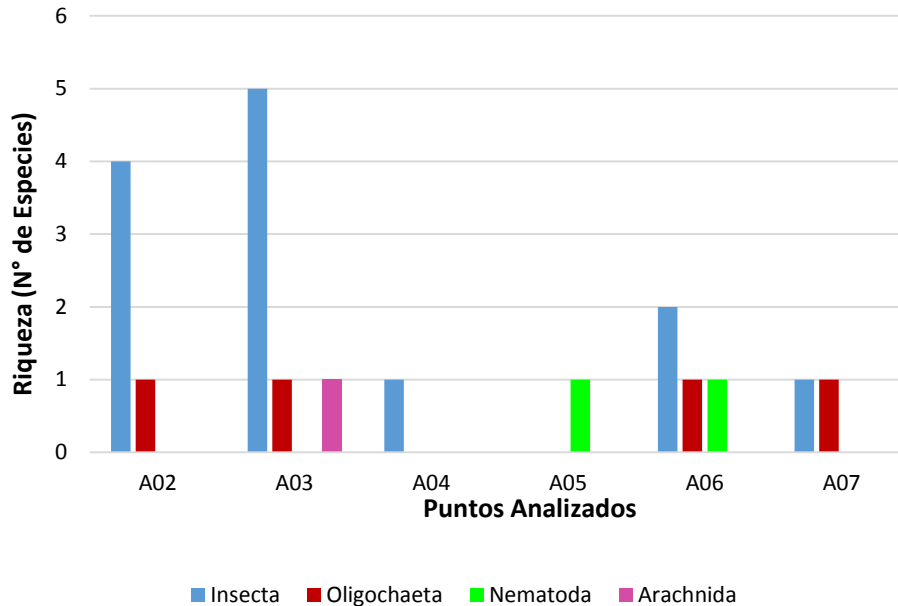
La comunidad de macroinvertebrados bentónicos se conformó por cinco clase taxonómicas dentro de las cuales están: Insecta en todos los puntos muestreados excepto en el punto A05; clase Oligochaeta en todos los puntos excepto en el punto A05 y en el punto A04; Nematoda en el punto A06 y única en el punto A05 y Arachnida en el punto A07. La escala de la gráfica esta expresada en términos de logaritmo para ser más fácil su entendimiento y visualizar mejor las abundancias pertenecientes a cada uno de los puntos analizados. (Grafica 19)



Grafica 19. Abundancia en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos monitoreados

Fuente: Antek S.A.S, 2015

La diversidad en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se puede observar claramente en la clase Insecta, la cual tuvo una riqueza máxima en todos los puntos. A diferencia de las clases, Oligochaeta, Nematoda, Arachnida y Gastropoda en la cuales solo se reportó una sola especie por cada una. (Grafica 20)



Grafica 20. Riqueza en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los puntos monitoreados

Fuente: Antek S.A.S, 2015

Índices ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

PUNTOS	S	N	J'	H' (Log2)	λ	N1	N2	N10	N21
A02	4	0,0015	0,96	1,92	0,28	4	4	0,95	0,94
A03	7	1011,5	0,38	1,06	0,65	2	2	0,30	0,73
A04	1	8,6	--	--	--	--	--	--	--
A05	1	2,9	--	--	--	--	--	--	--
A06	4	20	0,98	1,95	0,26	4	4	0,97	0,98
A07	2	28,6	--	--	--	--	--	--	--

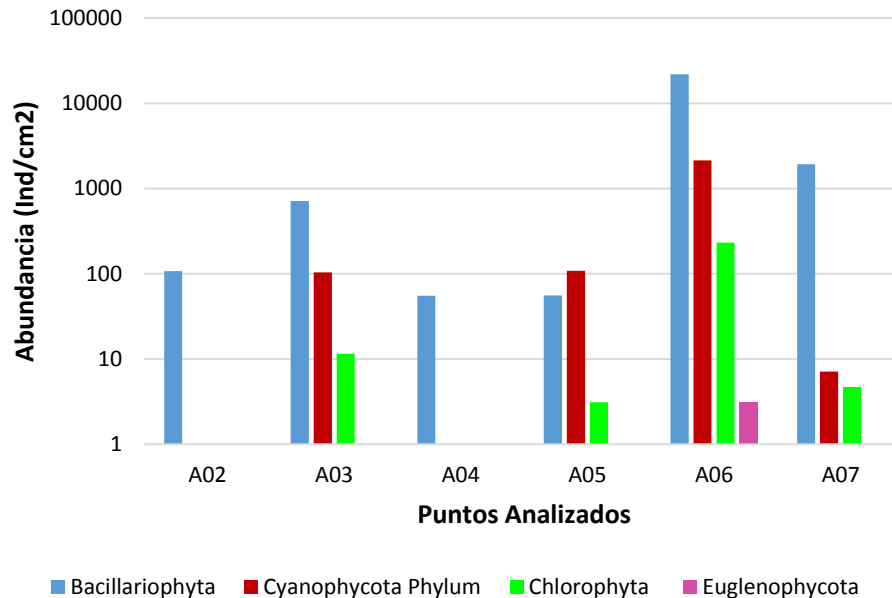
S: Riqueza. N: Abundancia. J': Uniformidad de Pielou. H': Diversidad de Shannon-Weiner. λ : Predominio de Simpson. N1, N2, N10 y N21: Serie de números de Hill. --: Índice no calculado.

Tabla 116. Índices ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

Fuente: Antek S.A.S, 2015

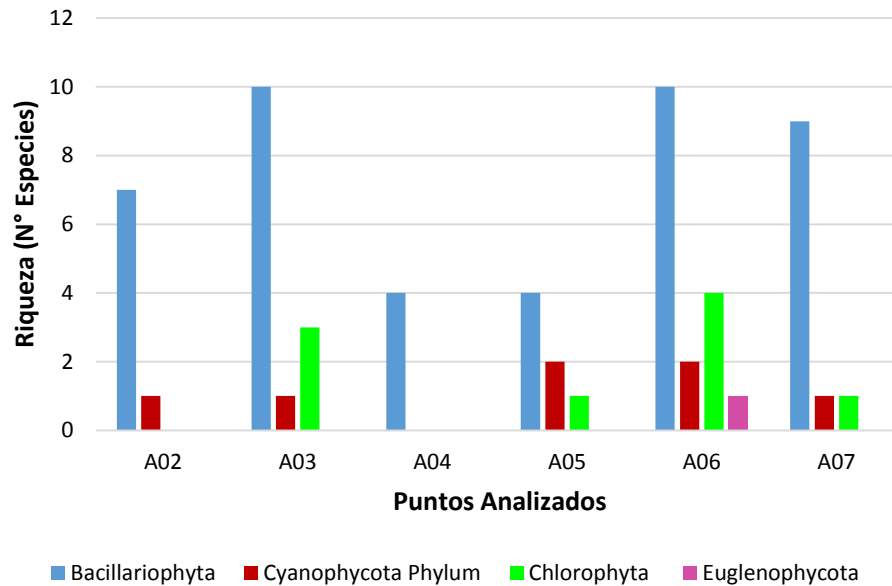
PERIFITON

La comunidad perifítica, estuvo representada por las divisiones: Bacillariophyta en todos los puntos analizados, Chlorophyta presente en el punto A07, punto A06, punto A05 y punto A03, Euglenophycota en el punto A06 y el phylum Cyanophycota en todos los puntos excepto en el punto A04 (Grafica 21).



Grafica 21. Abundancia en la comunidad perifítica en los puntos monitoreados
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

En el punto A06, punto A05 y punto A04 haciendo referencia a la división Bacillariophyta el organismo más representativo fue *Nitzschia sp.*, con abundancia de 18948,6 Ind/cm², 37.3 Ind/cm² y 39,4 Ind/cm² respectivamente. Es una especie indicadora de enriquecimiento orgánico y tolerante a contaminación, tiene mayor abundancia en aguas ricas en nitrógeno orgánico (Wehr & Sheath, 2003) adicionalmente es reconocido como cosmopolita, muchas especies tienen amplias tolerancias a ecosistemas acuáticos ricos en nutrientes y concentraciones iónicas (Alakananda, et al., 2012). Navicula sp., fue otra especie representativa de esta división en el punto A07, punto A03 y punto A02, es una especie con resistencia a pesticidas, se presenta en aguas con turbulencia, sedimentos y conductividad alta y se presentan en agua con contaminación media a intensa (mesosaprobia) (Streble & Krauter, 1987; Pinilla, 2000).



Grafica 22. Riqueza en la comunidad perifítica en los puntos monitoreados
 Fuente: Antek S.A.S, 2015

Con respecto a la diversidad observada en esta comunidad, se puede afirmar que la división más diversa es Bacillariophyta, debido a que está presente en todos los puntos y tiene riqueza máxima de 10 especies, seguida esta la división Chlorophyta que alcanza una riqueza máxima en el punto A06 donde llega a 4, seguida a esta se encuentra el phylum Cyanophycota el cual mostro una riqueza máxima de dos en los puntos A06 y punto A05, por último la división Euglenophycota solo registro una especie por tanto es la menos diversa del estudio realizado (Grafica 22).

Índices ecológicos para la comunidad perifítica

De acuerdo con el índice de Shannon-Wiener se corrobora una vez más la baja diversidad de especies presentes en los puntos analizados indicando un grado de contaminación muy contaminado a moderadamente contaminado al presentar valores entre 1,34 a 2,90 bits/individuo. Todos los puntos muestran un grado de uniformidad de distribución de los individuos en las comunidades. Esto se puede corroborar con los numero de Hill en donde especies reportadas no hay dominancia de especies (Tabla 117).

PUNTOS	S	N	J'	H' (Log2)	λ	N1	N2	N10	N21
A02	8	114,2	0,89	2,67	0,19	6	5	0,79	0,81
A03	14	827,9	0,76	2,90	0,16	7	6	0,53	0,84
A04	4	55,3	0,66	1,32	0,54	2	2	0,62	0,75
A05	7	167,7	0,66	1,84	0,39	4	3	0,51	0,72
A06	17	24191,1	0,33	1,34	0,62	3	2	0,15	0,63

A07	11	1949	0,68	2,35	0,24	5	4	0,46	0,84
-----	----	------	------	------	------	---	---	------	------

S: Riqueza. N: Abundancia. J: Uniformidad de Pielou. H': Diversidad de Shannon-Weiner.
 A: Predominio de Simpson. N1, N2, N10 y N21: Serie de números de Hill. --: Índice no calculado.

Tabla 117. Índices ecológicos para la comunidad perifítica

Fuente: Antek S.A.S, 2015

MACROFITAS

Cabe resaltar que en los puntos de muestreo no se encontraron macrófitas, se cree que la ausencia de esta comunidad, está relacionada con la geomorfología y el tipo de sustrato en los cuerpos de agua. Las plantas acuáticas dependen de múltiples factores, como lo son el área del litoral, las condiciones topográficas y el estado de eutrofización del agua (Roldan y Ramírez, 2008).

3.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.3.1. Modelación de la Calidad del Agua – Software “QUAL 2Kw”

3.3.1.1. Planteamiento de Escenarios



Figura 4. Descripción de Los Escenarios

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.3.1.2. Resultados y Análisis

En la Tabla 118 se resumen los datos medidos en campo y los resultados del modelo para los puntos de monitoreo sobre el Río Las Ceibas:

PARAMETRO	PUNTO MONITOREO	VALORES CAMPO	VALORES SIMULADOS
Caudal (m3/s)	A01 (29,56 Km)	2.70	2.79
	A02 (21,253 Km)	3.73	3.74
	A04 (11,665 Km)	3.09	2.93
	A05 (9,643 Km)	0.59	0.46
	A06(9,252 Km)	0.71	0.74
	A07 (0,123 Km)	3.85	3.70
	Temperatura (°C)	A01 (29,56 Km)	21.40
A02 (21,253 Km)		21.70	22.14
A04 (11,665 Km)		25.20	23.40
A05 (9,643 Km)		28.30	24.00
A06(9,252 Km)		28.80	26.12
A07 (0,123 Km)		29.00	29.57
Conductividad (µS/cm)		A01 (29,56 Km)	141.30
	A02 (21,253 Km)	150.30	139.73
	A04 (11,665 Km)	160.50	147.32
	A05 (9,643 Km)	170.50	154.67
	A06(9,252 Km)	196.90	175.87
	A07 (0,123 Km)	155.10	235.81
	OD (mg/L)	A01 (29,56 Km)	8.27
A02 (21,253 Km)		8.26	7.92
A04 (11,665 Km)		7.79	7.81
A05 (9,643 Km)		7.57	7.54
A06(9,252 Km)		6.74	6.42
A07 (0,123 Km)		7.65	6.80
SST (mg/L)		A01 (29,56 Km)	8.00
	A02 (21,253 Km)	17.00	5.49
	A04 (11,665 Km)	54.00	5.64
	A05 (9,643 Km)		5.43
	A06(9,252 Km)	8.00	4.02
	A07 (0,123 Km)	61.00	1.38
	Detritus (mg/L)	A01 (29,56 Km)	0.72
A02 (21,253 Km)		1.52	1.16
A04 (11,665 Km)		4.84	1.33
A05 (9,643 Km)			1.29
A06(9,252 Km)		0.72	1.03
A07 (0,123 Km)		5.47	0.27
Patógenos (UFC/100ml)		A01 (29,56 Km)	280
	A02 (21,253 Km)	33	0.59
	A04 (11,665 Km)	49	115
	A05 (9,643 Km)	5	129
	A06(9,252 Km)	1600	270
	A07 (0,123 Km)	33	85

PARAMETRO	PUNTO MONITOREO	VALORES CAMPO	VALORES SIMULADOS
Alcalinidad (mg/L)	A01 (29,56 Km)	60	57.61
	A02 (21,253 Km)	62	75.64
	A04 (11,665 Km)	65	77.67
	A05 (9,643 Km)	48	79.3
	A06(9,252 Km)	74	86.3
	A07 (0,123 Km)	64	102.14

Tabla 118. Resumen valores de campo y valores simulados en los puntos de monitoreo
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

En forma general los resultados de la calibración del modelo de simulación muestran un ajuste moderado entre los valores calculados por el modelo y los valores medidos en campo de las diferentes variables, esto teniendo en cuenta que se trata de la primera modelación que se realiza sobre el río Las Ceibas y los resultados aquí encontrados establecen una línea base para futuras modelaciones que permitan ajustar las constantes calibradas.

3.3.1.2.1. Análisis de los Escenarios Futuros

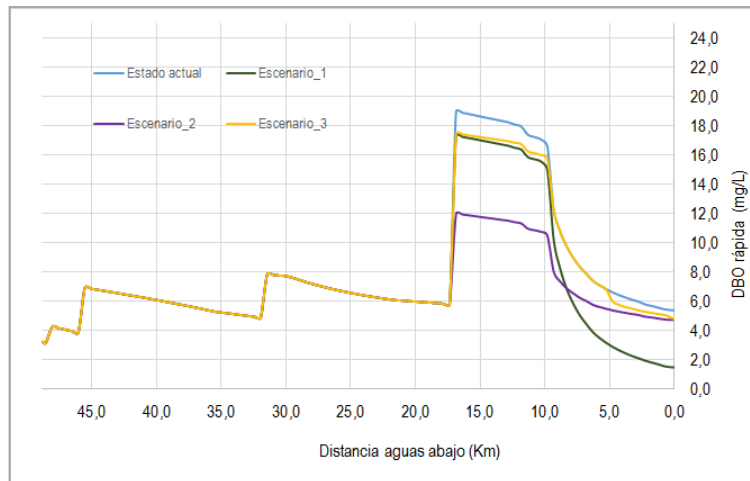


Figura 5. Escenarios para La DBO Rápida
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

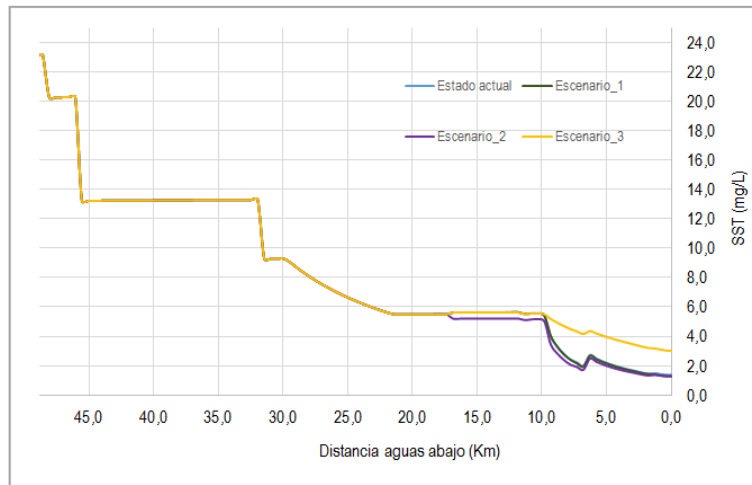


Figura 6. Escenarios para los SST
Fuente: FUNDISPROS, 2015

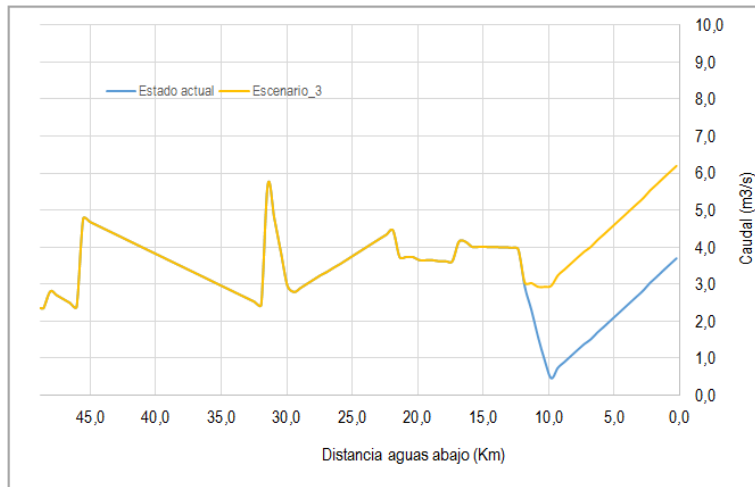


Figura 7. Escenarios para el Caudal
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Los escenarios de modelación planteados permitieron predecir la asimilación y/o degradación de los parámetros físico-químicos en la corriente ante distintas situaciones futuras. La formulación de estos escenarios contempló las tres situaciones más probables que impactarán directamente la calidad del agua del río Las Ceibas.

Los resultados del modelo de calidad para los tres escenarios planteados se compararon con el estado actual de la corriente como puede evidenciarse en las figuras anteriores, esto permite realizar un análisis rápido y llegar a mejores conclusiones. En general, se encontró que al ingresar la información correspondiente a cada escenario descrita en la metodología y correr el modelo con las constantes calibradas, el QUAL2Kw predijo que desde el nacimiento de la

corriente hasta el kilómetro 17 antes de su desembocadura, todos los escenarios tendrán el mismo comportamiento que se evidencia en el estado actual, esto debido a que los escenarios planteados no contemplan ninguna acción en este tramo. Las medidas a implementar se concentran en el tramo de 17 kilómetros antes de la desembocadura del río Las Ceibas en el río Magdalena, pues es este tramo se concentran las mayores dificultades de la corriente.

Se evidencia que el escenario 2, el cual contempla la implementación de sistemas individuales de saneamiento para viviendas unifamiliares o bifamiliares ubicadas sobre la quebrada El Mico y la quebrada La Jabonera (tributarios del río Las Ceibas fuertemente impactados por aguas residuales), permitirá mejorar la calidad del agua de la corriente principal en sus últimos 17 kilómetros, sin embargo, tendrá un impacto positivo especialmente entre el kilómetro 16.8 y el kilómetro 8.8, esto teniendo en cuenta que para efectos de la modelación el kilómetro 0 es la desembocadura del río Las Ceibas en el río Magdalena.

En el caso del escenario 1, las medidas a implementar (sistemas individuales de saneamiento para viviendas unifamiliares o bifamiliares ubicadas sobre la corriente principal), permitirán mejorar la calidad del agua especialmente en los últimos 8.8 kilómetros de recorrido de la corriente, siendo más evidente la recuperación en este tramo que en el escenario 2.

Finalmente se observa que el escenario 3, el cual contempla la adecuación de estructuras de aforo en las bocatomas del acueducto del municipio de Neiva, permitirá la captación solamente del caudal concesionado, por lo cual el caudal en la corriente se incrementará respecto al estado actual, esto sin embargo, permitirá un mayor transporte de sólidos suspendidos totales en el tramo final de la corriente como se puede evidenciar.

3.4. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS

ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CORRIENTE HÍDRICA RIO LAS CEIBAS QUE DISCURRE POR EL MUNICIPIO DE NEIVA, ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE LA
REGLAMENTACIÓN ANTERIORMENTE ESTABLECIDA
Contrato de apoyo interinstitucional 0260 de 2014

Nº	PARÁMETRO	CUMPLIMIENTO DEL DECRETO 1594/84 Y RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 DE ACUERDO A LOS VALORES PERMISIBLES PARA CADA USO							VALORES PERMISIBLES DEC. 1594/84							VALORES PERMISIBLES RESOLUCION 2115/2007	Otros Autores (Uso Agrícola)	UNID	
		SITIO DE MUESTREO	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	Art. 38	Art. 39	Art. 40	Art. 41	Art. 42	Art. 43	Art. 45			Art. 2,3,4,5,6 y 7
			H	h	A	P	R	r	F	C ⁴									
	RESPONSABLE DEL MONITOREO	ANTEK & DIAGNOSTICAMOS SAS																	
1	Oxígeno disuelto	F	F	F	F	F	F	F								4.0	mg/L		
2	% Saturación de Oxígeno	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr					70	70			%		
3	pH	HhA	HhA	HhA	HhA	HhA	HhA	HAR	5.0-	6.5-	4.5-		5.0-	5.0-	4.5-		und		
		RrF	RrF	RrF	RrF	RrF	RrF	rF	9.0	8.5	9.0		9.0	9.0	9.0				
		C	C	C	C	C	C	N.C								6.5 – 9,0			
4	Temperatura	HhA	HhA	HhA	HhA	HhA	HhA	HhA									°C		
		PRr	PRr	PRr	PRr	PRr	PRr	PRr	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40				
		F	F	F	F	F	F	F											
5	Boro	P	P	P	P	P	P	P							0.3-	5.0	mg/L		
		C	C	C	C	C	C	C										< 1	
		C	C	C	C	C	C	C									mEq/L		
6	Cloruros	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	250	250							mg/L		
		C	C	C	C	C	C	C							250				
7	Nitratos	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	10	10		90					mg/L		
		C	C	C	C	C	C	C							10				
8	Nitritos	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	1.0	1.0		10					mg/L		
		C	C	C	C	C	C	C							0,1				
9	Nitrógeno Amoniacal	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	1.0	1.0					0.1 CL		mg/L		
10	Sulfatos	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	400	400							mg/L		
		C	C	C	C	C	C	C							250				
11	Turbiedad	h	h	N.C	h	N.C	h	h		190							NTU		
		h	h	N.C	h	N.C	h	h		10							UJT		
		N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C							2		NTU		
13	Coliformes Fecales	Hh	HhR	H	Hh	HhR	H	HhR	2000		100 0		200				NMP		
		N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C							0		UFU/1 00cm3		

⁴ C: Cumple con los Límites permisibles para consumo Humano según resolución 2115 de 2007.

Nº	PARÁMETRO SITIO DE MUESTREO	CUMPLIMIENTO DEL DECRETO 1594/84 Y RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 DE ACUERDO A LOS VALORES PERMISIBLES PARA CADA USO							VALORES PERMISIBLES DEC. 1594/84							VALORES PERMISIBLES RESOLUCION 2115/2007	Otros Autores (Uso Agrícola)	UNID
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	Art. 38	Art. 39	Art. 40	Art. 41	Art. 42	Art. 43	Art. 45	Art. 2,3,4,5,6 y 7		
		HAR _r	HAR _r	H	HAr	HAR _r	HAr	HAr	H	h	A	P	R	r	F	C ⁴		
14	Coliformes Totales	HAR _r	HAR _r	H	HAr	HAR _r	HAr	HAr	2000		500		100	500				
		N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	0		0		0	0		0	NMP	
15	Conductividad Eléctrica	A	A	A	A	A	A	A									0-250 ⁵	
		C	C	C	C	C	C	C								1000	µs/cm	
16	Carbono Orgánico Total COT	C	C	C	C	C	C	C								5	Mg/L	
17	Calcio	C	C	C	C	C	C	C								60	Mg/L	
18	Alcalinidad Total	C	C	C	C	C	C	C								200	Mg/L	
19	Magnesio	C	C	C	C	C	C	C								36	Mg/L	
20	Fosfatos	C	N.C	C	C	C	C	C								0,5	Mg/L	
21	Relación de Absorción de Sodio (RAS)	C	C	C	C	C	C	C									0-10 ⁶	
22	Porcentaje de Sodio Posible (PSP)	C	C	C	C	C	C	C									>50 ⁷	
23	Salinidad Efectiva	C	C	C	C	C	C	C									<3 ⁸	
24	Salinidad Potencial	C	C	C	C	C	C	C									<3 ¹⁰	
25	Carbonato de Sodio Residual	C	C	C	C	C	C	C									<1.25	

Tabla 119. Comparación de Parámetros y criterios de calidad del Decreto 1594/84 y La Resolución 2115/2007

Fuente: FUNDISPROS, 2015

⁵ Límite propuesto por la FAO y Pérez León (2011) para uso Agrícola

*Sin Información

⁶ Límite propuesto por Pizarro (1978) & Pérez León (2011) para uso Agrícola

⁷ Límite propuesto por Palacios y Aceves (1970) para uso Agrícola

⁸ Límite propuesto por Valverde (1998) para uso Agrícola

SITIOS DE MONITOREO	USOS PERMITIDOS	USOS CONDICIONADOS	USOS PROHIBIDOS	PARÁMETROS QUE RESTRINGEN LA DESTINACIÓN DEL RECURSO
A01 Antes de primera captación identificada mediante labores de campo (bocatoma artesanal)	Agrícola, Pecuario, Recreativos mediante contacto primario y secundario y preservación de Flora y Fauna.	Recreativos mediante contacto primario y secundario y Consumo Humano y Doméstico		Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A02 Antes de primera bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma el Guayabo"	Agrícola, Pecuario, Recreativos mediante contacto primario y preservación de Flora y Fauna.	Consumo Humano y Doméstico, Recreativos mediante contacto secundario		Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A03 En la quebrada "Los Micos" antes de su desembocadura en río Las Ceibas	Agrícola, Pecuario, y preservación de Flora y Fauna.	Recreativos mediante contacto primario y secundario	Consumo Humano	Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A04 Antes de segunda bocatoma del acueducto municipal de Neiva "Bocatoma El Tomo"	Agrícola, Pecuario, y preservación de Flora y Fauna.	Recreativos mediante contacto primario y secundario	Consumo Humano	Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A05 En el Río Ceibas antes de desembocadura de la quebrada "La Jabonera"	Agrícola, Pecuario, Recreativos mediante contacto primario y preservación de Flora y Fauna.	Recreativos mediante contacto Secundario	Consumo Humano	Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A06 En el Río Ceibas después de la desembocadura de la quebrada "La Jabonera"	Agrícola, Pecuario, y preservación de Flora y Fauna.	Recreativos mediante contacto primario y secundario	Consumo Humano	Coliformes Fecales y Coliformes Totales
A07 Antes de desembocadura de río Las Ceibas al río Magdalena	Agrícola (cultivos consumo indirecto), Pecuario, Recreativos mediante contacto primario y preservación de Flora y Fauna.	Agrícola (para cultivos de consumo directo), Recreativos mediante contacto primario y secundario	Consumo Humano,	Coliformes Fecales y Coliformes Totales

Tabla 120. Posibles Usos del Cuerpo de Agua en cada sitio Monitoreado, según Decreto 1076 de 2015

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.5. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA

3.5.1. Usos actuales y potenciales del Río Las Ceibas

3.5.1.1. Usos actuales

FUENTE	TRAMOS	USOS ACTUALES – RIO LAS CEIBAS				Recreativo (R) Lps	Demanda de Caudal (Lps)
		Agrícola (A) (Has)	Pecuario (P)		Doméstico (H) (Hab)		
			m ²	Núm.			
Río Las Ceibas	Tramo I	33	800	198	646005	0	841,0
	Tramo II	273,45	93444	1751	1152	0,0034	348,3
	Tramo III	108	0	50	645984	0	1081,9
	Tramo IV	120	80	152	9	0	63,3
TOTAL		534,45	94324	2151	1293150	0,0034	2334,5

Tabla 121. Usos Actuales – Río Las Ceibas

Fuente: Resolución 244 de 1999

3.5.1.2. Usos potenciales

No.	PARAMETROS	USOS POTENCIALES - RÍO LAS CEIBAS							ESTANDAR NORMATIVO – USOS (DECRETO 1594/1984)								Unid.	
		TRAMO I	TRAMO II		TRAMO III		TRAMO IV		Art. 38	Art. 39	Art. 40	Art. 41	Art. 42	Art. 43	Art. 45	Art. 48		
		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	H	h	A	P	R	r	F	I		
1	Oxígeno disuelto	F	F	F	F	F	F	F									4.0	mg/L
2	% Saturación de Oxígeno	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr	Rr					70	70				%
3	pH	HhARrFI	HhARrFI	HhARrFI	HhARrFI	HhARrFI	HhARrFI	HARrFI	5.0-9.0	6.5-8.5	4.5-9.0		5.0-9.0	5.0-9.0	4.5-9.0	5.0-9.0		und
4	Temperatura	HhAPRrFI	HhAPRrFI	HhAPRrFI	HhAPRrFI	HhAPRrFI	HhAPRrFI	HhAPRrFI	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	°C
5	Boro	P	P	P	P	P	P	P			0.3-4.0	5.0						mg/L
6	Cloruros	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	250	250								mg/L
7	Nitratos	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	10	10		90						mg/L
8	Nitritos	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	HhP	1.0	1.0		10						mg/L
9	Nitrógeno Amoniacal	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	HhF	1.0	1.0					0.1 CL			mg/L
10	Sulfatos	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	Hh	400	400								mg/L
11	Turbiedad	hl	hl	N.C	hl	N.C	h	hl		190						70		NTU
12	Coliformes Fecales	Hh	HhRI	H	Hh	HhRI	H	HhRI	2000		1000		200			200		UFU/100cm3
13	Coliformes Totales	HARrI	HARrI	H	HAr	HARrI	HAr	HAr	20000		5000		1000	5000		1000		UFU/100cm3

CONVENCIONES

- (H) consumo humano y doméstico, se requiere solamente tratamiento convencional
- (h) consumo humano y doméstico, se requiere sólo desinfección
- (A) uso agrícola
- (P) uso pecuario
- (R) Uso recreativo mediante contacto primario
- (r) Uso recreativo mediante contacto secundario
- (F) preservación de flora y fauna
- (I) Industrial

Tabla 122. Usos Potenciales del Cuerpo de Agua según Decreto 1594 de 1984 – Rio Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

RIO	TRAMO	PUNTO	USOS POTENCIALES DE MAYOR PREPONDERANCIA								
			(H)	(h)	(A)	(P)	(R)	(r)	(F)	(I)	
LAS CEIBAS	TRAMO I	A01	X	X	X	X			X	X	X
	TRAMO II	A02	X	X	X	X	X		X	X	X
		A03					X			X	
	TRAMO III	A04	X	X	X				X	X	
		A05	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	TRAMO IV	A06					X		X	X	
		A07	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tabla 123. Usos Potenciales de Mayor Preponderancia – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015 (Decreto 1594 de 1984)

En la Tabla 123 se presentan los usos preponderantes de acuerdo a los resultados y valores permisibles para cada uso, se resalta el uso de preservación de flora, uso doméstico, pecuario y agrícola como usos preponderante en la fuente hídrica.

3.5.2. Definición de objetivos de calidad del recurso hídrico (corto, mediano y largo plazo)

1. Definir los criterios de calidad de cada uso

Se definen los criterios de calidad de cada uso de acuerdo a las normas nacionales, en los casos que hay vacíos de información y no se encuentran establecidos criterios de calidad de parámetros representativos de un uso, se definen los criterios de calidad a partir de normas internacionales.

Usos del agua	OD	pH	DBO ₅	SST	NT	NH ₃	NO ₃	PT	PO ₄	CF	CT	Grasas y Aceites
Asimilación de desechos												
Navegación y transporte acuático												
Estético	>2 ^c		<30 ^c									Ausente
Preservación de flora y fauna		4.5-9										
Explotación mecánica de materiales de construcción	>2 ^c		<30 ^c									Ausente
Explotación manual de materiales de construcción	>2 ^c	5-9	<30 ^a	<30 ^a		<3 ^c		<1 ^c	<1 ^c		<5000	Ausente
Industrial	>2 ^c	5-9 ^c				<0.5	<30 ^c	<5 ^c	<4 ^c		<5000 ^c	
Pecuario							<100					
Piscicultura	>4 ^c	6.5-9.0 ^c	<5 ^c		<1.0 ^b	<1.0 ^b		<0.1 ^c	<0.1 ^b	<100		
Riego restringido	>2 ^b	4.5-9	<30 ^a	<30 ^a		<5 ^c		<10 ^c	<10 ^c	<1000	<5000	Ausente
Riego no restringido	>2 ^b	4.5-9	<10 ^a							<1000	<5000	Ausente
Recreativo contacto secundario	>2 ^c	5-9	<30 ^a	<30 ^a		<3 ^c		<1 ^c	<1 ^c		<5000	
Recreativo contacto primario	>4 ^c	5-9	<20 ^c	<20		<2.5 ^c		<0.5 ^c	<0.5 ^c	<200	<1000	
Consumo humano con tratamiento convencional	>4 ^b	5-9	<5 ^b			<1.0	<10	<0.5 ^c	<0.5 ^c	<2000	<20000	Ausente
Consumo humano sólo con desinfección	>4 ^b	6.5-8.5	<5 ^b			<1.0	<10	<0.5 ^c	<0.5 ^c		<1000	Ausente
CONVECCIONES:	O.D: Oxígeno disuelto		NH ₃ : Nitrógeno amoniacal		Usos y parámetros no incluidos en esta tabla, ver tablas del uso respectivo.							
^a EPA (1999)	pH: Potencial de Hidrogeno		NO ₃ : Nitratos		Los espacios vacíos significan que el parámetro no es significativo para el uso.							
^b MAVDT (2006)	DBO ₅ : Demanda bioquímica de oxígeno		PT: Fosforo total									
^c Sierra (2011)	SST: Sólidos suspendidos totales		PO ₄ : Fosfatos									
Todos los valores están expresados en mg/L CF y CT en NMP/100 ml	NT: Nitrógeno Total		CF: Coliformes fecales CT: Coliformes totales									

Tabla 124. Criterios de calidad de cada uso

Fuente: FUNDISPROS, 2015

2. Establecer las categorías de calidad del agua y definir las convenciones.

Categoría	Usos permitidos	Convención	Significado
I	Piscicultura, recreativo con contacto primario	Azul	Agua de muy buena calidad: Recurso hídrico en estado natural.
II	Consumo humano con tratamiento convencional, consumo humano sólo con desinfección, riego no restringido, industrial.	Verde	Agua de buena calidad: Recurso hídrico levemente contaminado
III	Riego restringido, pecuario explotación manual materiales de construcción, recreativo con contacto secundario, estético, preservación de flora y fauna, explotación mecánica de material de construcción.	Amarillo	Agua regularmente contaminada: Recurso hídrico regularmente contaminado
IV	Asimilación de desechos.	Naranja	Agua contaminada: Recurso hídrico altamente contaminado

Tabla 125. Categorías de calidad – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3. Establecer los parámetros y concentraciones que conforman cada categoría de calidad del agua.

A continuación se establecen los valores para los parámetros seleccionados que se muestran en la siguiente tabla para cada categoría.

Categoría	Usos permitidos	Convención	OD	DBO ₅	SST	NH ₃	PT	CF
I	Piscicultura, recreativo con contacto primario	Azul	>4	<5	<20	<1.0	<0.1	<100
II	Consumo humano con tratamiento convencional, consumo humano sólo con desinfección, riego no restringido, industrial.	Verde	>4	<5	<30	<1.0	<0.5	<1000
III	Riego restringido, pecuario explotación manual materiales de construcción, recreativo con contacto secundario, estético, preservación de flora y fauna, explotación mecánica de material de construcción.	Amarillo	>2	<30	<30	<3	<1	<1000
IV	Asimilación de desechos	Naranja	<2	>30	>30	>3	>1	>1000

O.D: Oxígeno disuelto
 DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno
 SST: Sólidos suspendidos totales
 NH₃: Nitrógeno amoniacal
 PT: Fosforo total
 CF: Coliformes fecales

Los espacios vacíos significan que el parámetro no es significativo para el uso.
 Todos los valores están expresados en mg/L.
 CF en NMP/100 ml

Tabla 126. Parámetros y concentraciones para cada uso
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

4. Establecer la categoría de calidad del agua actual en cada tramo.

Para establecer la categoría de calidad del agua actual en cada tramo del río Ceibas, se determina el promedio para cada parámetro medido en las estaciones de monitoreo de cada tramo, teniendo en cuenta los resultados de la campaña de monitoreo de monitoreo realizadas. Seguidamente le asigna la categoría al tramo teniendo en cuenta el uso más desfavorable.

Tramo	Ubicación	OD	DBO ₅	SST	NH ₃	PT	CF	Categoría
1	Estacion A01	8.27	5.0	8.00	1.0	0.124	280	III
2	Entre estaciones A02 yA03	8.07	5.0	12.5	1.0	0.214	816.5	III
3	Entre estaciones A04 y A05	7.68	5.0	406.5	1.0	0.582	47.00	IV
4	Entre estaciones A06 y A07	7.19	5.0	34.5	1.0	0.212	816.5	IV

Tabla 127. Categoría de calidad del agua actual en cada tramo

Fuente: FUNDISPROS, 2015

Como puede observarse de acuerdo a las categorías establecidas, el río Ceibas en sus dos primeros tramos se encuentra actualmente en la categoría III con los siguientes usos permitidos: Riego restringido, pecuario explotación manual materiales de construcción, recreativo con contacto secundario, estético, preservación de flora y fauna, y explotación mecánica de material de construcción; los dos últimos tramos (3 y 4) se encuentran en categoría IV con asimilación de desechos.

5. Definir los objetivos de calidad para el corto, mediano y largo plazo.

Se definen los objetivos de calidad para el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo a las categorías de calidad del agua que se quieran alcanzar en cada uno de estos plazos y a partir de los resultados del modelo de calidad del agua para cada escenario evaluado, de tal forma que se garantice que las medidas y acciones a llevar a cabo en cada tramo durante los plazos establecidos permitan alcanzar la categoría proyectada.

Tramo	Ubicación	Usos actuales	Objetivos de calidad		
			Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
1	Estacion A01	Categoría III	Categoría II	Categoría II	Categoría II
2	Entre estaciones A02 yA03	Categoría III	Categoría II	Categoría II	Categoría II
3	Entre estaciones A04 y A05	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría II
4	Entre estaciones A06 y A07	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría II

Tabla 128. Objetivos de calidad – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

OBEJTIVOS DE CALIDAD – RIO LAS CEIBAS							
Numero de tramo	Ubicación	Usos Actuales	Criterio de calidad	Unidad de medida	Tiempo (Años)		
					Corto (0-3 Años)	Mediano (3- 6 años)	Largo (6 -10 años)
Tramo 1			O.D	mg/L	>4	>4	>4

OBJETIVOS DE CALIDAD – RÍO LAS CEIBAS							
Numero de tramo	Ubicación	Usos Actuales	Criterio de calidad	Unidad de medida	Tiempo (Años)		
					Corto (0-3 Años)	Mediano (3- 6 años)	Largo (6 -10 años)
Tramo 2	Estación A01	Consumo Humano y Doméstico, Agrícola, pecuario	DBO5	mg/L	<5	<5	<5
			SST	mg/L	<30	<30	<30
			NH3	mg/L	<1.0	<1.0	<1.0
			PT	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5
			CF	NMP/100 ml	<0.5	<0.5	<0.5
	Entre estaciones A02 y A03	Consumo Humano y Doméstico, Agrícola, pecuario, Recreativo	O.D	mg/L	>4	>4	>4
			DBO5	mg/L	<5	<5	<5
			SST	mg/L	<30	<30	<30
			NH3	mg/L	<1.0	<1.0	<1.0
			PT	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5
Tramo 3	Entre estaciones A04 y A05	Consumo Humano y Doméstico, Agrícola, pecuario	DBO5	mg/L	<30	<5	<5
			SST	mg/L	<30	<30	<30
			NH3	mg/L	<3	<1.0	<1.0
			PT	mg/L	<1	<0.5	<0.5
			CF	NMP/100 ml	<1000	<1000	<1000
	Entre estaciones A06 y A07	Consumo Humano y Doméstico, Agrícola, pecuario	O.D	mg/L	>2	>4	>4
			DBO5	mg/L	<30	<5	<5
			SST	mg/L	<30	<30	<30
			NH3	mg/L	<3	<1.0	<1.0
			PT	mg/L	<1	<0.5	<0.5
Tramo 4			CF	NMP/100 ml	<1000	<1000	<1000

Tabla 129. Usos, objetivos de calidad y criterios de calidad por uso – Río Las Ceibas
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.5.3. Riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico

Vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH)

El Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVH), permite identificar 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 eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento. (IDEAM, 2010)

A continuación se halla el índice de regulación hídrica e índice de uso de agua para hallar la vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento.

- Índice de regulación hídrica (IRH)

Así se tiene en cuenta la zona del alto Magdalena y la Subzona hidrográfica correspondiente a Ríos Directos al Magdalena pues el Río Las Ceibas desemboca directamente en esta fuente hídrica, por tanto el Índice de Regulación Hídrica es de

0,74; es decir que el Rio Las Ceibas tiene Media retención y regulación de humedad, siendo así una regulación hídrica Moderada.

- Índice de uso de agua Superficial (IUA)

Índice de uso de Agua Superficial para época de invierno

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

$$IUA = (2360.1 \text{ Lps} / 6269.0 \text{ Lps}) * 100$$

$$IUA = (37.64)$$

Índice de Uso de Agua Superficial para época de verano

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

$$IUA = (1991.3 \text{ Lps} / 3250.1 \text{ Lps}) * 100$$

$$IUA = (61.26)$$

Se puede apreciar que el índice de uso de agua para época de invierno es alto y para verano es muy alto, pues la presión de la demanda es alta y muy alta con respecto a la oferta disponible, respectivamente.

Después de conocer el índice de regulación hídrica y el índice por uso de agua, se halla la vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento; la vulnerabilidad es Alta; pues el índice de uso de agua es alto y Muy alto y el índice de regulación hídrica es Moderado.

Índice de calidad fisicoquímico (ICA)

ZONAS	PUNTOS DE MONITOREO	RESULTADO CRÍTICO DEL ICA CALCULADO	RANGO ICA	CLASIFICACIÓN
1	A01	61.02	51 - 70	Media
2	A02	56.54	51 - 70	Media
	A03	49.95	26 - 50	Mala
3	A04	55.10	51 - 70	Media
	A05	49.06	26 - 50	Mala
4	A06	50.41	26 - 50	Mala
	A07	50.00	26 - 50	Mala

Tabla 130. Índice de Calidad Fisicoquímica – ICA “Río Las Ceibas”

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.5.3.1. Riesgo Asociado a la Reducción de Oferta

CORRIENTE HÍDRICA	VULNERABILIDAD	AMENAZA	RIESGO
Río Las Ceibas	Alta	Media	Alto

Tabla 131. Riesgos Asociados a la Reducción de la Oferta
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Para hallar el riesgo global asociado a la reducción de la oferta sobre la Corriente, se determina la amenaza, sabiendo que la vulnerabilidad de la corriente hídrica es Alta, entonces la amenaza es media, generando así un Riesgo de Nivel Alto.

3.5.3.2. Riesgo Asociado a la Disponibilidad

CORRIENTE HÍDRICA	TRAMOS	VULNERABILIDAD	AMENAZA	RIESGO
Río Las Ceibas	Tramo I	Alta	Baja	Medio
	Tramo II	Media	Media	Medio
	Tramo III	Media	Media	Medio
	Tramo IV	Media	Media	Medio

Tabla 132. Riesgos Asociados a la Disponibilidad por Tramos
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

En la Tabla 132 se presenta el nivel de riesgo asociado a la disponibilidad, encontrando que en todos los tramos el riesgo por disponibilidad es medio.

3.5.4. Usos a asignar

A partir de los usos potenciales establecidos en la Tabla 121, se establecen a continuación los siguientes usos para los cuatro tramos en los cuales fue dividido el Río Las Ceibas, como fase fundamental del proceso de ordenación de la Corriente:

FUENTE	TRAMOS	USOS DEFINITIVOS A ASIGNAR			
		Doméstico (H)	Agrícola (A)	Pecuario (P)	Recreativo (R)
Río Las Ceibas	Tramo I	X	X	X	
	Tramo II	X	X	X	X
	Tramo III	X	X	X	
	Tramo IV	X	X		

Tabla 133. Usos a Asignar
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

En la Tabla 133 se establecen los usos definitivos asignar sobre la corriente del Río Las Ceibas que discurre por el municipio de Neiva, estableciendo que para la zona alta de la cuenca correspondiente al tramo I se podrá hacer uso Doméstico, agrícola y pecuario; en el tramo II se establecieron uso doméstico, agrícola, pecuario y recreativo; y en los tramos III y IV se establecieron uso doméstico, agrícola y pecuario, igual que los tramos anteriores.

3.5.5. Definición de criterios de calidad por usos

TRAMOS	USOS	CRITERIOS DE CALIDAD	UNIDAD
Tramo I	Doméstico Agrícola Pecuario	Oxígeno Disuelto (O.D)	mg/L
		Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L
		Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L
		Nitrógeno amoniacal (NH3)	mg/L
		Fosforo total (PT)	mg/L
Tramo II	Doméstico, Agrícola, pecuario y Recreativo	Coliformes fecales (CF)	NMP/100 ml
		Oxígeno Disuelto (O.D)	mg/L
		Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L
		Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L
		Nitrógeno amoniacal (NH3)	mg/L
Tramo III	Doméstico Agrícola Pecuario	Fosforo total (PT)	mg/L
		Coliformes fecales (CF)	NMP/100 ml
		Oxígeno Disuelto (O.D)	mg/L
		Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L
		Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L
Tramo IV	Doméstico Agrícola Pecuario	Nitrógeno amoniacal (NH3)	mg/L
		Fosforo total (PT)	mg/L
		Coliformes fecales (CF)	NMP/100 ml
		Oxígeno Disuelto (O.D)	mg/L
		Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L

Tabla 134. Criterios de Calidad definidos por Usos
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

Fijación de zonas en donde se prohibirá o condicionará, la descarga de aguas residuales

De acuerdo a los usos establecidos, a los resultados de calidad de agua en cada punto monitoreado sobre el Río Las Ceibas y los criterios de calidad establecidos por la normatividad colombiana se condiciona la descarga de aguas residuales en las siguientes zonas:

CUENCA	ZONAS	PUNTO MONITOREADO	DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES "CONDICIONADA"	DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES "PROHIBIDA"
RIO LAS CEIBAS	Zona 1	A01	X	
	Zona 2	A02	X	
		A03	X	
	Zona 3	A04		X
		A05		X
	Zona 4	A06		X
		A07		X

Tabla 135. Zonas en las que se Condiciona y Prohíbe la descarga de Aguas Residuales
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

3.5.6. Determinación de los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades varias

Para determinar los casos en los que se requiera la prohibición del desarrollo de actividades se debe tener en cuenta los usos asignados a cada tramo de división del Río, además la normatividad vigente en cuanto a calidad y cantidad del recurso hídrico.

En este sentido se prohíbe actividades como Recreación mediante contacto primario en los tramos 3 y 4 de la cuenca del Río Las Ceibas, con el fin de prevenir afectaciones al ser humano y cumplir con lo dispuesto en la reglamentación de usos y aprovechamiento del agua del Río Las Ceibas.

Según los análisis de calidad de agua No se prohíben los demás usos contenidos en la presente reglamentación debido a que los criterios de calidad cumplen con lo establecido en la normatividad colombiana.

3.5.7. Metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes (Decreto 2667 de 2012)

RIO LAS CEIBAS						
TIPO DE VERTIMIENTO	DBO5			SST		
	CARGA ACTUAL 2015 (Kg/Año)	CARGA A VERTER 2020 (Kg/Año)	CARGA TOTAL GENERADA EN CINCO AÑOS Kg/Año	CARGA ACTUAL 2015 (Kg/Año)	CARGA A VERTER 2020 (Kg/Año)	CARGA TOTAL GENERADA EN CINCO AÑOS Kg/Año
Domestico	21.695,04	21.716,73	21,69	761.799,63	762.561,42	761,79
TOTAL	21.695,04	21.716,73	21,69	761.799,63	762.561,42	761,79

Tabla 136. Carga Contaminante Domestica Total Generada en el Quinquenio 2015 – 2020

Fuente: FUNDISPROS, 2015

RIO LAS CEIBAS								
TIPO DE VERTIMIENTO	CAUDAL (L/s)	PARÁMETRO	CARGA ADMISIBLE		CARGA ACTUAL (Kg/Año)	NECESIDAD DE REDUCCIÓN		
			Resolución N° 631 de 2015			CARGA ADMISIBLE (Kg/Año)	(Kg/Año)	%
			CONCENTRACIÓN ADMISIBLE (mg/ L)	CARGA ADMISIBLE (Kg/Año)				
Domestico	139,5	DBO5	90	12.555	21.695,04	-9.140,04	42,12	
		SST	90	12.555	762.561,42	-750.006,42	98,35	

Tabla 137. Cargas máximas Admisibles y Necesidades de Reducción para el Quinquenio 2015 - 2020

Fuente: FUNDISPROS, 2015

La Tabla 137 presenta las cargas máximas admisibles que se pueden generar sobre el agua del Rio Las Ceibas, esta se halló con las concentraciones máximas permisibles para DBO5 y SST establecidas por la resolución N° 631 del 2015 y el caudal medido en campo en los vertimientos caracterizados; después de tener la carga máxima permisible se halló la necesidad de reducción de carga para vertimientos domésticos, restándole a la carga actual la carga máxima permisible, así se establece el porcentaje de reducción de carga contaminante.

META GLOBAL DE CARGA CONTAMINANTE PARA EL QUINQUENIO 2015 - 2020						
TIPO DE VERTIMIENTO	DBO5 (Kg/Año)			SST (Kg/Año)		
	CARGA ACTUAL	META GLOBAL	% DE REDUCCIÓN	CARGA ACTUAL	META GLOBAL	% DE REDUCCIÓN
Domésticos	21.695,04	13.901,79	42,12	761.799,63	246.000	98,35
TOTAL	21.695,04	13.901,79	42,12	761.799,63	246.000	98,35

Tabla 138. Meta Global de Reducción de Carga Contaminante para DBO5 y SST en 5 años

Fuente: FUNDISPROS, 2015

La meta global de carga contaminante corresponde a la suma de las metas individuales de reducción para cada año del quinquenio, esta se determinó mediante la diferencia de la carga actual y la necesidad de reducción para cada tipo de vertimiento.

RIO LAS CEIBAS		METAS DE REDUCCIÓN				
TIPO DE VERTIMIENTO	CARGA ACTUAL	DBO5 (Kg/Año)				
		REDUCCIÓN DE CARGA				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Domésticos	21.695,04	21.695,04	19.410,56	17.366,63	15.537,93	13.901,79
TOTAL	21.695,04	21.695,04	19.410,56	17.366,63	15.537,93	13.901,79

Tabla 139. Cronograma de Cumplimiento Meta Global Carga Contaminante por DBO5
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

RIO LAS CEIBAS		METAS DE REDUCCIÓN				
TIPO DE VERTIMIENTO	CARGA ACTUAL	SST (Kg/Año)				
		REDUCCIÓN DE CARGA				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Domésticos	761.799,63	761.799,63	574.549,29	433.325,08	326.813,78	246.000
TOTAL	761.799,63	761.799,63	574.549,29	433.325,08	326.813,78	246.000

Tabla 140. Cronograma de Cumplimiento Meta Global Carga Contaminante por SST
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

La Tabla 139 y Tabla 140 presenta la carga contaminante por DBO5 y SST respectivamente, que se debe verter en cada año correspondiente al quinquenio 2015 – 2020 para el cumplimiento de la meta global establecida para el Río las ceibas; esta meta está por debajo de la carga máxima permisible por DBO5 y SST, siendo este el objetivo fundamental de la meta establecida para cada año.

Es importante aclarar que se determinaron metas de reducción de carga contaminante en el presente ordenamiento para el primer quinquenio (2015 -2020), una vez realizado el seguimiento y evaluación a dichas metas se procederá a determinar las metas de reducción del segundo quinquenio, esto dependiendo del cumplimiento del primer quinquenio.

Lo anterior teniendo en cuenta la metodología utilizada en el el informe de Meta Global de Carga Contaminante en la jurisdicción de la CAM, para el quinquenio 2013-2018.

3.6. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL RECURSO HÍDRICO

3.6.1. Aspectos generales para el programa de seguimiento y monitoreo

Para la planificación del programa de monitoreo y seguimiento, se tendrá en cuenta los aspectos o criterios que se exponen a continuación, considerando que aplican al Río Las Ceibas.

1. El comportamiento hidrológico del Río Las Ceibas
2. Los parámetros de calidad del agua definidos como objetivos de calidad
3. Los resultados de las campañas de monitoreo realizadas en el presente ordenamiento.

3.6.2. Objetivos de programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico

Cuando se diseña un programa de monitoreo y seguimiento lo primero que se debe definir son los objetivos a cumplir, para el caso del Río Las Ceibas se plantean los siguientes objetivos:

- ✓ Cumplir con los objetivos y criterios de calidad del agua establecidos en cada uno de los puntos o tramos definidos.
- ✓ Estructurar una base de datos que contenga información prioritaria que sirva:
 - Como fuente de información secundaria
 - Complementar la información sobre datos de entradas en los modelos de simulación de la calidad del agua

- Como fuente de información para la gestión de la calidad y cantidad del recurso hídrico a las autoridades ambientales CAR'S

3.6.3. Duración de las campañas de monitoreo

Se plantea realizar monitoreos en un periodo entre 8 y 10 horas (teniendo claro que las jornadas de trabajo inicie tipo 6:00 am), además se consideran aspectos logísticos como la facilidad de acceso a las estaciones de monitoreo, facilidad de movilidad en la zona, ubicación de vertimientos de aguas residuales. Esto con el propósito de realizar el respectivo seguimiento a los objetivos de seguimiento establecidos en el presente plan de ordenamiento.

3.6.4. Frecuencia de muestreo

Se propone realizar dos (2) campañas de monitoreo para realizar el seguimiento al PORH del Río Las Ceibas, las campañas de monitoreo se deben realizar de la siguiente forma:

1. Una campaña de monitoreo en época de caudales bajos. La época de caudales más bajos ocurre desde mayo hasta principios de septiembre. Se propone que se realice una campaña de monitoreo a mediados de Agosto cuando se presenta los caudales mínimos.
2. Una campaña de monitoreo en épocas de caudales altos. La campaña de caudales altos se debe realizar en el mes de noviembre.

Es importante tener en cuenta que estas dos campañas de monitoreo se realizaran para evaluar los objetivos de calidad en el corto (3 años), mediano (6 años) y largo plazo (10 años), por lo tanto se realizara las dos campañas en el año en el evalúen los objetivos, en conclusión para el horizonte (10 años) del presente plan de ordenamiento del recurso hídrico se realizaran 6 campañas de monitoreo.

3.6.5. Tipos de Muestras

Las muestras definidas para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico deberán ser muestras puntuales, compuestas e integradas.

- **Muestreo Puntual⁹** : Es la muestra tomada en lugar representativo, en un determinado momento.

⁹ Tomado del Decreto 3100 del 30 de octubre de 2003 "Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones"

- **Muestra Compuesta¹⁰**: Es la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras.
- **Muestra Integrada¹¹**: La muestra integrada es aquella que se forma por la mezcla de muestras puntuales tomadas de diferentes puntos simultáneamente, o lo más cerca posible. Un ejemplo de este tipo de muestra ocurre en un río o corriente que varía en composición de acuerdo con el ancho y la profundidad.

3.6.6. Parámetros a monitorear

La toma de muestras deberá realizarse en los puntos de monitoreo propuestos en el presente plan de ordenamiento.

Se debe tener en cuenta los usos potenciales del agua establecidos para cada tramo y los respectivos objetivos de calidad, así se determinó analizar los siguientes parámetros:

PARAMETROS FISICOQUIMICOS – IN SITU		
N°	PARAMETROS	UNIDADES
1	pH	Unidades de pH
2	Conductividad Eléctrica	µS/cm
3	Oxígeno Disuelto	mg/LO ₂ y % de saturación
4	Temperatura del Agua	°C
5	Sólidos Totales Disueltos	mg/l
6	Caudal	m ³ /s
PARAMETROS FISICOQUIMICOS - LABORATORIO		
7	Sólidos sedimentables	ml/L - h
8	Sólidos suspendidos Totales	mg/L
9	Sólidos totales	mg/L
10	DBO ₅	mg/L O ₂
11	DQO	mg/L O ₂
12	Boro	mg/L
13	Calcio	mg/L
14	Magnesio	mg/L
15	Potasio	mg/L
16	Sodio	mg/L
17	Grasas y Aceites	mg/L
18	Turbiedad	NTU
19	Color Verdadero	UPC
20	Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃
21	Dureza Total	mg/L CaCO ₃

¹⁰ Tomado del protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua, 2007.

¹¹ *Ibidem* 3.

22	Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃
23	Carbonatos	mg/L CaCO ₃
24	Cloruros	mg/L CL-
25	Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²
26	Fosfatos	mg/L P-PO ₄ ⁻³
27	Nitratos	mg/L N – NO ₃
28	Nitritos	mg/L N – NO ₂
29	Nitrógeno Total	mg/L N
30	Nitrógeno Amoniacal	mg/L N-NH ₃
31	Fosforo Orgánico	mg/L P
32	Fosforo Inorgánico	mg/L P
33	Carbono Orgánico Total	Mg/L
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS		
34	Coliformes totales	[NMP/100mL]
35	Coliformes fecales	[NMP/100mL]
PARAMETROS HIDROBIOLÓGICOS		
36	Fitoplancton	Ind/ml
37	Peces	Ind
38	Perifiton	Ind/cm ²
39	Zooplancton	Ind/ml
40	Macrofitas	Ind/m ²
41	Macroinvertebrados bentónicos	Ind/m ²

Tabla 141. Parámetros objeto de monitoreo para el seguimiento del recurso hídrico – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

En cuanto a la caracterización de parámetros In situ, se realizará mediante equipos portátiles como el Multiparametro hq40d con sus respectivas sondas.

Los equipos utilizados para las caracterizaciones de campo deben estar en excelente condiciones, con su respectivo certificado de calibración actualizado.

3.6.7. Cronograma de seguimiento al recurso hídrico del Río Las Ceibas

De acuerdo al horizonte de tiempo del plan de ordenamiento del recurso hídrico del Río Las Ceibas y los plazos para la evaluación de los objetivos de calidad, además de régimen pluvial anual de la cuenca del Río Las Ceibas, se propone ejecutar el seguimiento del recurso hídrico realizando dos campañas de monitoreo teniendo en cuenta los tiempos en el cual se dividió el horizonte del presente PORH.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL SEGUIMIENTO AL RECURSO HIDRICO DEL RIO CEIBAS						
ACTIVIDADES	CORTO PLAZO (0-3 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (3-6 AÑOS)		LARGO PLAZO (6-10 AÑOS)	
	2018		2021		2025	
AÑO	VERANO	INVERNO	VERANO	INVERNO	VERANO	INVERNO
EPOCA DEL AÑO	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE
MESES	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE	AGOSTO	NOVIEMBRE
1. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el corto plazo.						
2. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el mediano plazo						
3. Campañas de monitoreo para evaluar los objetivos de calidad en el largo plazo.						

Tabla 142. Cronograma de actividades para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico – Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

4. ASPECTOS AMBIENTALES

4.1. Metodología del Estudio

4.1.1. Antecedentes existentes de la situación ambiental de la cuenca

Los problemas ambientales actuales presentados en la cuenca del Río Las Ceibas tienen una raíz principal la cual se ha ido extendiendo con el paso del tiempo, la ordenación de recurso hídrico tiene como propósito disminuir y garantizar la sostenibilidad de la cuenca con el buen uso y aprovechamiento de los recursos que se generan, para ello es importante tener en cuenta los antecedentes de tipo ambiental que se ha presentado sobre la cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas.

Evaluación de Tierras

CLASE	VEREDA	DESCRIPCION
N	Santa Rosalía, La Plata, Alto Motilón, Motilón, Las Nubes, San Bartolo, Chapuro, Santa Bárbara, Los Cauchos, El Vergel, Santa Helena, Pueblo Nuevo, Primavera, Palestina Canoas.	Tierras no aptas para actividades agropecuarias.
A2/A3	Tuquila, Las Nubes (occidente), San Miguel, Platanillal.	Tierras con moderada a marginal aptitud para actividades agropecuarias
A1/A2 A3/N	Santa Lucía, Floragaita, Centro	Tierras con alta a moderada aptitud para cultivos agroindustriales, bajo riego y altos insumos y marginal o no aptos para otras actividades sin riego.

CLASE	VEREDA	DESCRIPCION
A1/A2 A2/A3	Ceibas afuera, Platanillal, Venadito, Centro (ronda río Las Ceibas)	Tierras con alta aptitud para el cultivo del arroz y aptitud moderada a marginal para otros tipos de cultivos. Para agricultura bajo riego y alto uso de insumos

Tabla 143. Clase de aptitud de uso de la Tierra en la cuenca Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

Problemática por Núcleo de Ordenamiento Ambiental Territorial - NOAT

En el plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Las Ceibas se definieron los NOAT's donde se tuvieron en cuenta referentes territoriales que articulan la gestión interinstitucional, a las comunidades que habitan en la cuenca, así como a características particulares de las veredas que permitieran establecer zonas compactas de relación productiva, biofísica y socio-cultural, de tal forma que los NOAT's quedaron distribuidos como se observa en la siguiente tabla.

SECTOR	VEREDAS
NOAT - 1	La Plata, Alto Motilón, Motilón, Las Nubes, Tuquilla, Pueblo Nuevo, San Bartolo y Chapuro
NOAT - 2	San Miguel, Canoas, Primavera, Palestina y Santa Lucía
NOAT - 3	Santa Helena, El Vergel, Cauchos, Floragaita, Santa Bárbara, Platanillal, Ceibas Afuera, El Centro y Venadito.

Tabla 144. Núcleos de ordenamiento Ambiental Territorial Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

Amenazas en la cuenca del río las ceibas

En la cuenca del río las Ceibas, las principales amenazas naturales se relacionan con sequías, inundaciones, avenidas torrenciales, erosión, remoción en masa y sismicidad. Estos potenciales problemas de la cuenca, asociados a las amenazas de origen natural tienden a agudizarse con el incremento del deterioro ambiental de origen antrópico, afectando comunidades urbanas y rurales, viviendas, infraestructura vial y obras hidráulicas, así como el servicio de agua potable para la ciudad de Neiva.

Como factor detonante están las fuertes precipitaciones. Como factores externos e internos contribuyentes, están: Las características morfológicas antes descritas, en especial las altas pendientes de las laderas, en promedio superiores al 60%, las características litológicas (rocas muy fracturadas y meteorizadas) y tectónicas desfavorables (en un ambiente tectónico de alta sismicidad asociado al Sistema de Fallas de Algeciras, actualmente activo), la fragilidad de los suelos (de poco espesor, finos a granulares, poco cohesivos), el inadecuado uso del suelo para fines agropecuarios -con predominio de la ganadería extensiva y cultivos que someten la cobertura endémica a continuas actividades de roza, tala y quema, produciendo la dominancia de pastos y rastrojo bajo en los predios recorridos, aunado a la pérdida

continua de la cobertura vegetal nativa en rondas hídricas, base de las zonas de reserva y forestal protectora (amortiguadoras), de los ecosistemas de la Siberia y de Santa Rosalía.

En cuanto a la zona urbana, Neiva ha sido afectada en los últimos 36 años por más de 25 crecidas o avalanchas, con problemas asociados de socavación, desbordamientos e inundaciones, estas últimas especialmente en zonas de valle, con amplias repercusiones para la ciudad.

A la problemática urbana se agrega el desbordamiento de la quebrada Avichente en invierno, cuyo nacimiento fue invadido por construcciones y prácticamente pasa por medio de las casas, las cuales se han adaptado para permitir el paso de las aguas; la fuente original fue destruida, desecada y rellenada, el curso original de la quebrada fue variado, siendo reemplazado por un canal revestido de concreto.

Zonificación Ambiental en la Cuenca del Río Las Ceibas

POT DE NEIVA: La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, proporciona al Municipio de Neiva para la elaboración de su plan de ordenamiento territorial una metodología en la cual definió unas áreas con base en la aptitud del uso, pendiente, erosión, clase de tierra y la compatibilidad de uso. A continuación se relacionan los usos de suelo descritos en el POT y seguidamente como fueron ubicados dentro la zonificación Ambiental.

N°	USO	N°	USO	N°	USO
1	Protección y conservación de la vegetación Natural	10	Agricultura Tradicional	19	Ganadería extensiva
2	Revegetalización Natural	11	Agricultura Silvopastoril	20	Recreación
3	Reforestación	12	Agricultura Mecanizada - Cultivos limpios	21	Parcelación
4	Ecosistemas	13	Minería e Hidrocarburos	22	Vivienda campestre
5	Recreación pasiva	14	Agrosilvicultura	23	Vivienda campestre
6	Pedagógica e investigación	15	Piscicultura	24	Extracción de Material de Construcción
7	Agroforestería	16	Vías	25	Floricultura
8	Ganadería intensiva establecida o semiestablecida	17	Captación de agua Para acueductos y Distritos de riego.	26	Industria
9	Agricultura con Tecnología apropiada	18	Especies menores		

Tabla 145. Usos de suelo de POT de Neiva – Huila
Fuente: Zonificación Ambiental POMCA – Río Las Ceibas, 2007

CATEGORIA	NOMBRE	VEREDAS	USOS			
			PRINCIPAL	COMPATIBLE	CONDICIONADO	PROHIBIDO
Área De reserva forestal	Reserva Santa Rosalía, La Siberia, Cerro Las Ceibas	San Bartolo, Alto Motilón, La Plata, Floragaita	1, 2, 3	5,6	4	7, 13, 16
Zona de amortiguación	Reserva Santa Rosalía, La Siberia, Cerro Las Ceibas	San Bartolo, Chapuro, Alto Motilón, La Plata, Las Nubes, San Miguel, Tuquilla, Floragaita, Santa Lucia, Canoas, Palestina.	1, 2, 3	5,6,7,11,15,17	9, 16	12, 13, 19, 20, 21, 22, 23
Área de recuperación ambiental por erosión		Santa Lucia Platanillal, El Centro, Ceibas afuera	1, 2, 3	7	8, 9, 13, 18	12,19
Área forestal protectora productora	Piedemonte cordillera oriental	Santa Lucia, Palestina, San Miguel, Canoas, Tuquilla, Motilón, La Plata, Alto Motilón, San Bartolo, Chapuro, Santa bárbara, El Vergel, Los Cauchos, Ceibas afuera	1, 2, 3	5,6,7,9,11,15	8, 9, 13, 18	12,19
Área de producción agropecuaria de baja intensidad		Platanillal, El centro, Venadito	3, 4, 9	15,18	16, 18, 22, 25, 26	12
APA de Moderada intensidad		Platanillal, Santa Lucia, Venadito, El centro	3, 4, 7,9, 10	15,18	16, 22, 25	24
APA de alta intensidad	Valle del rio Las Ceibas	El Centro, Venadito, Ceibas Afuera	3, 4, 9, 10, 12	8,18	25, 26	20, 22, 24, 26
Área de producción minera	Taperlla	Floragaita, El Centro	1, 2, 3	7,14,27	23	22, 24, 8

Tabla 146. Zonificación Ambiental de la Cuenca Hidrográfica Río Las Ceibas de acuerdo al POT del municipio de Neiva. (2000)
 Fuente: Zonificación Ambiental POMCA – Río Las Ceibas, 2007

COMPONENTE AMBIENTAL



Figura 8. Árbol de problemas para la Deforestación para la cuenca del Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007



Figura 9. Árbol de problemas para la Pérdida de Biodiversidad para la cuenca del Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

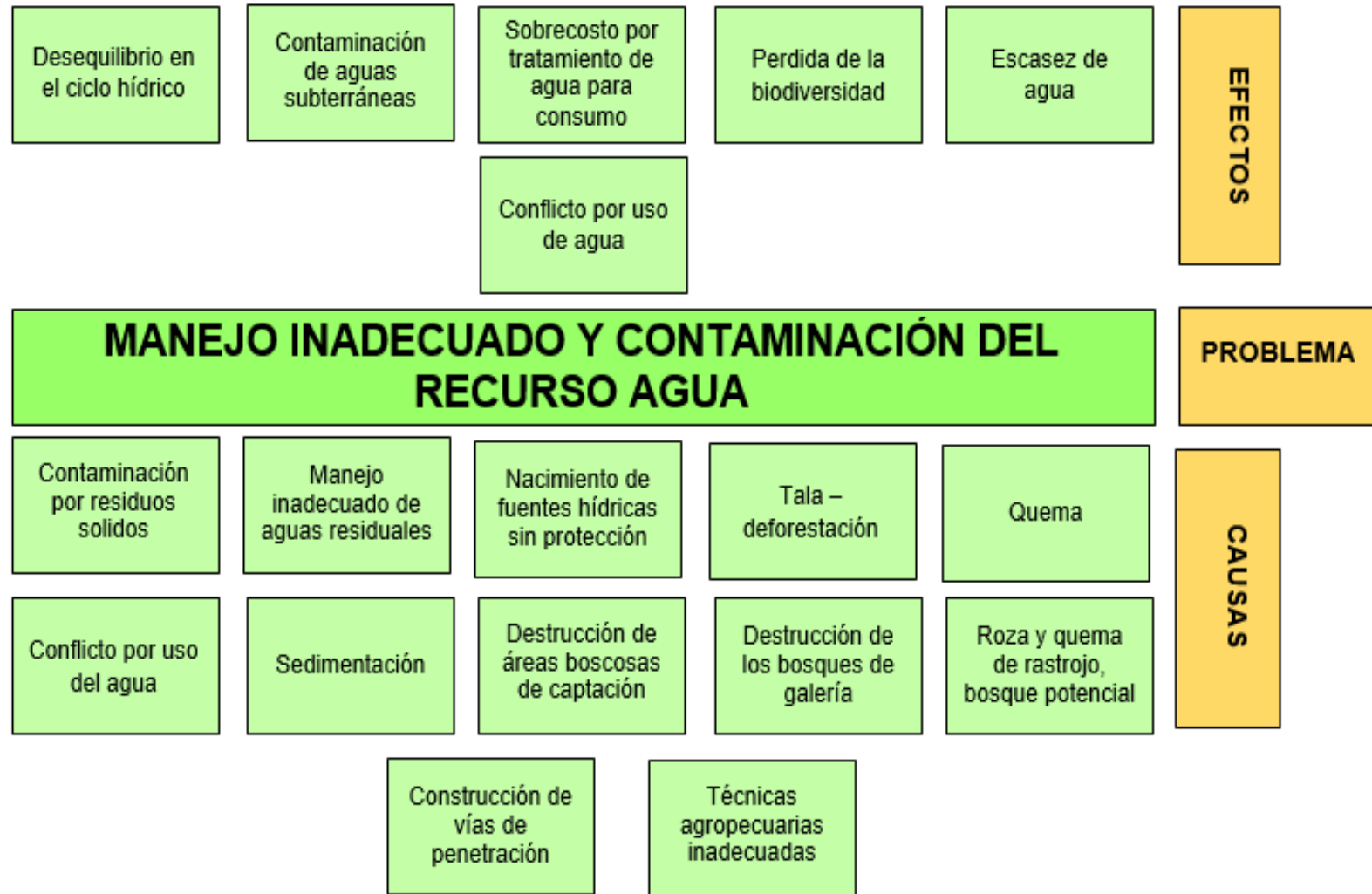


Figura 10. Árbol de problemas para el Manejo Inadecuado y contaminación del recurso agua para la cuenca del Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007



Figura 11. Árbol de problemas para la baja fertilidad de suelos de la cuenca del Río Las Ceibas
 Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

COMPONENTE SOCIAL

Desde el inicio del proyecto se creó la logística del mismo para dar a conocer el estudio a desarrollar, así se invitó a los líderes de la zona rural y en general a todas las personas que habitan las zonas aledañas al cauce del Rio las Ceibas para que se hiciesen partícipes del proyecto mediante el siguiente proceso:

- Correspondencia dirigida: A cada persona que hacen uso del cauce del río en sus diferentes sistemas de riego se les envió una carta firmada por el jefe del proyecto y director ejecutivo para la actualización de propietarios de los predios que tienen concesión de aguas y con el número del contrato.
- Llamadas telefónicas: Con el fin de hacer la invitación de forma directa, se llamó a cada una de las residencias de las personas de las zonas rural y urbana para informar sobre el proyecto (en el caso de no encontrarse la persona se entregó la información) o ratificarla en caso de que la correspondencia ya hubiese llegado.

LOCALIZACION DE USUARIOS

Georreferenciación con GPS a lo largo del cauce principal del río.

Georreferenciación con GPS en las conducciones - derivaciones principales, secundarias y tomas prediales.

Levantamiento topográfico con GPS de comprobación y actualización de áreas de terreno para el grupo de predios que hacen uso de la corriente Rio las Ceibas mediante concesiones de agua.

Creación de archivo fotográfico

IDENTIFICACION DE USUARIOS

Censo de usuarios, entrega y llenado de encuestas: usos; formato de encuesta 1

Segundo llamado entrega de documentación y formato de encuesta

Consignación de la información correspondiente a identificación de usuarios en una base de datos.

INVENTARIO DE OBRAS

Georreferenciación de estructuras con GPS a lo largo del cauce principal del río, conducciones primarias , secundarias y tomas prediales

consignación de la información en el formato de encuesta 3

Consignación de la información correspondiente a características principales, estado y funcionamiento de las estructuras hidráulicas de derivación y regulación en una base de datos.

Tabla 147. Localización de usuarios en la cuenca del río las ceibas – Neiva
Fuente: FUNDISPROS, 2015

Encuesta ambiental aplicada en socialización con los usuarios

Durante el trabajo en campo además de la observación directa por parte del grupo de trabajo de FUNDISPROS, se realizaron encuestas de caracterización ambiental

aplicados a los usuarios de la cuenca, con el propósito de identificar y evaluar la situación ambiental en la cual se encuentra la cuenca y sus componentes.

Caracterización de la población Encuestada:

A continuación se presentan la tabulación de las encuestas realizadas en campo a los usuarios de la cuenca con su respectivo análisis.

1. Ordenar en mayor orden de importancia (Mayor incidencia negativa presenta) los siguientes impactos ambientales que se presentan en la cuenca del Río ceibas. Siendo 5 el de mayor incidencia negativa y 1 el de menor incidencia.

	USUARIOS	ORDEN DE IMPORTANCIA	%
DEFORESTACION	0	1	0,0
	0	2	0,0
	1	3	12,5
	1	4	12,5
	6	5	75,0
TOTAL	8		100,0

Tabla 148. Incidencia de deforestación en la cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

	USUARIOS	ORDEN DE IMPORTANCIA	%
PERDIDA DE BIODIVERSIDAD	0	1	0,0
	1	2	12,5
	5	3	62,5
	2	4	25,0
	0	5	0,0
TOTAL	8		100,0

Tabla 149. Biodiversidad y su porcentaje en la cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

	USUARIOS	ORDEN DE IMPORTANCIA	%
CONTAMINACIÓN DEL RECURSO AGUA	0	1	0,0
	1	2	12,5
	2	3	25,0
	3	4	37,5
	2	5	25,0
TOTAL	8		100,0

Tabla 150. Contaminación generada al cauce del al cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

2. De los siguientes tipos de usos del suelo, ¿Cuál emplea en sus tierras?

TIPOS DE USO DEL SUELO	USUARIOS	%
AGRICOLA	5	38.46%
PECUARIO	4	30.76%
CONSERVACIÓN	2	15.38%
ECOTURISMO	0	0.0%
PRODUCTOR - PROTECTOR	2	15.38%
TOTAL		100%

Tabla 151. Tipos de uso de suelos con mayor incidencia en el Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

3. ¿Qué fuentes de energía utiliza para cocinar los alimentos?

FUENTES DE ENERGIA	USUARIOS	%
GAS	7	77.8 %
ELECTRICIDAD	0	00.0 %
LEÑA	2	22.2 %
TOTAL		100 %

Tabla 152. Fuentes de energía utilizada por los usuarios en la cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

4. ¿Dónde vierte las aguas residuales generadas en sus actividades diarias?

VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	USUARIOS	%
ALCANTARILLADO	0	0,0
CAMPO ABIERTO	0	0,0
QUEBRADA	0	0,0
POZO SEPTICO	8	100,0
TOTAL	8	100,0

Tabla 153. Vertimiento de aguas residuales en la cuenca del Río Las Ceibas

Fuente: FUNDISPROS, 2015

5. ¿Qué disposición final le da a los residuos sólidos generados en sus actividades diarias?

VERTEDERO RESIDUOS SÓLIDOS	USUARIOS	%
CAMPO ABIERTO	0	0,0
ENTIERRA	0	0,0
QUEMA	0	0,0
DEPOSITA AL RIO	0	0,0
RECICLA	8	100,0

VERTEDERO RESIDUOS SÓLIDOS	USUARIOS	%
OTROS	0	0,0
TOTAL	8	100,0

Tabla 154. Vertimiento de residuos sólidos en la cuenca del Río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

6. ¿Qué especies de fauna silvestre se evidencia en la zona?

GRUPOS DE FAUNA SILVESTRE	CANTIDAD	%
AVES	5	33.33%
MAMIFEROS	8	53.33%
REPTILES	2	13.33%
TOTAL		100.0%

Tabla 155. Grupos de fauna silvestre en la cuenca del Río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

7. ¿Cómo contribuye usted en el cuidado y recuperación de la cuenca del Río las Ceibas?

Los usuarios del Río las Ceibas contribuyen en el cuidado y recuperación del Río Las Ceibas, llevando a cabo actividades relacionadas con:

- Labores de control y crecimiento de laderas
- Reforestación
- No contribuir a la quema de bosques
- Buen manejo a los residuos

En el momento de hacer el recorrido por los tramos y los predios, los cuales se benefician del Río Las Ceibas, se pudo observar que los usuarios realizan un aporte representativo al cuidado y recuperación de la cuenca, llevando a cabo así las labores de control y mitigación a la fuente hídrica.

COMPONENTE ECONÓMICO

Durante el desarrollo del proyecto se observó que gran parte del cauce se utiliza para el sector agropecuario, en donde las personas que habitan en zonas aledañas al cauce del río las Ceibas; su producción está siendo orientada al cultivo de arroz, cítricos (limones, naranjas, mandarinas), frutales, tabaco, cacao, pastoreos (ganado) y piscícolas siendo Neiva y el departamento del Huila unos de los principales en el consumo y/o exportación de tilapia al igual que Cundinamarca, el Valle del Cauca, Antioquia y Bolívar.

Sin embargo, tenemos en cuenta que la humedad del suelo es determinante para los cultivos de arroz, su demanda de agua es más elevada por su método de siembra, en el Río las Ceibas hay 153 Has de arroz sembrados.

También los agricultores le apuntan a las piscícolas las cuales están ubicadas a orillas del cauce del río en el sector conocido como el tomo, la cual tienen su principal producción y comercialización de tilapia generando una fuente de ingreso para los pobladores de esa zona rural de Neiva.

Por otro lado hay hectáreas de pasto y 4 Has en potreros los cuales se dividen en varias zonas a lo largo del cauce, el cacao con un porcentaje 39.5 Has es uno de los sustentos de algunos agricultores de la zona alta del Río las ceibas.

CULTIVOS	TOTAL AREAS CULTIVADAS
PASTO	221.5 Has
POTREROS	4 Has
ARROZ	153 Has
CITRICOS	17.2 Has
CACAO	39.5 Has
BANANO	2 Has
FRUTALES	600 Has
PAN COGER	0.75 Has
MAIZ	2 Has
CAÑA	1 Has
TABACO	5 Has
MELON	2 Has
PASTO	221.5 Has
POTREROS	4 Has
ARROZ	153 Has
CITRICOS	17.2 Has
CACAO	39.5 Has
BANANO	2 Has
FRUTALES	600 Has
PAN COGER	0.75 Has

Tabla 156. Áreas Cultivadas En La Cuenca Del Río Las Ceibas – Neiva
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

4.2. Diagnóstico Ambiental

4.2.1. Caracterización ambiental de la cuenca

4.2.1.1. Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

Cobertura Vegetal

El diagnóstico del Plan de ordenación y Manejo de la cuenca del Río Las Ceibas Muestra registro de información desde el año 1980 por el Inderena, 1989 por

Procam – Inderena y en el año 2006 por la Universidad Nacional de Colombia, como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de Uso o Cobertura	1980	1989	2006
Bosques	7.508,00	5.439,00	6.853,56
Rastrojo	2.062,00	4.863,50	3.192,54
Cultivos Permanentes	1.114,00	458,30	1.406,59
Cultivos Temporales	1.125,00	1.066,20	177,74
Pastos	15.520,00	15.956,30	17.241,42
Zona Urbana	902,00	1,223,10	516,06
Afloramientos Rocosos	311,00	311,00	311,00
Total (Has)	28.542,00	29,317,40	29.968,14

Tabla 157. Uso del Suelo y Cobertura Vegetal en Las Ceibas 1980 – 2006

Fuente: 1980: INDERENA – 1989: PROCAM – INDERENA – 2006. U. NACIONAL. Tomado del Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

Los tipos de cobertura mencionados en la tabla anterior han sido intervenidos de manera irracional, lo que han proporcionado deterioro progresivo en el tiempo.

UNIDADES DE COBERTURA	SIMBOLO	DESCRIPCION
Bosque Natural	Bn	Comprende el bosque primario (bosque andino medio a medio alto, denso con sotobosque), y en general todavía conserva su biodiversidad y la heterogeneidad de su estructura. Su estructura comprende las masas de vegetación distribuidas en diversos estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo) que crecen y evolucionan espontáneamente, sin intervención directa del hombre.
Bosque Secundario	Bs	Corresponde a un bosque natural intervenido con regeneración natural, intercalado con pastos y cultivos de ladera, la cobertura vegetal de segundo crecimiento que si bien fisonómicamente puede llegar a ser similar, florística y estructuralmente es diferente a la del bosque primario. Localmente se desarrollan bosques plantados de proyectos de reforestación, presentando patrones de plantación lineal o en fajas.
Rastrojo	R	Principalmente esta cobertura de matorrales ocupa grandes extensiones en las áreas intermedias y baja de la cuenca de las Ceibas, típicamente sobre topografía ondulada a quebrada. Esta unidad se caracteriza por ser un bosque ralo y arbustivo o monte bajo, de tendencia seca y espinoso, localmente intervenido con pastos.
Pastos, Cultivos de Ladera y Bosque Secundario	Pr	Corresponde a pastos, comúnmente con rotación de cultivos de ladera y localmente con bosque secundario y rastrojo a lo largo del drenaje.
Pastos	P	Está conformada por pastos naturales, utilizados para la ganadería de carne y leche, la actividad más importante en esta unidad. En estos potreros predominan los pastos nativos (gramas) con malezas y rastrojo.

UNIDADES DE COBERTURA	SIMBOLO	DESCRIPCION
Café, Pastos y Cultivos de Pancoger	Cp	Esta unidad comprende un mosaico de usos desde café y pastos hasta frutales y cultivos de pancoger como maíz, yuca, arracacha y caña por encima de los 1.100 msnm, en el piso térmico medio húmedo.
Cultivos Cereales	C	Cubre una pequeña área de la cuenca, se localiza en la zona plana del valle del Río Las Ceibas y del Río Magdalena (vegas y terrazas bajas). Son cultivos limpios de grano, principalmente arroz, sorgo y maíz
Frutales y Labranzas de Cacao	Ft	Predominan los cultivos de cacao con sombrero, también se desarrollan una gama de cultivos asociados como el aguacate, plátano o los cítricos.
Vegetación Riparia	Vr	Se localiza principalmente en áreas planas de las zonas de ribera del río las Ceibas. Se caracteriza por presentar vegetación arbórea de vega, con densidades variables.
Área urbana	U	El área urbana cubre 5.1 Km ² aproximadamente, es cerca de un 1.7 % de la superficie total de la cuenca y constituye aquellas zonas densamente pobladas de la ciudad de Neiva (actualización al año 2002).

Tabla 158. Descripción Unidades de Cobertura del Uso actual de Suelo –Río Las Ceibas

Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

Conflictos por el uso inadecuado de los suelos en la Cuenca

Con base en la oferta ambiental de la cuenca y el uso del suelo en el Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Las Ceibas se determinaron sus conflictos y fueron clasificados en severo, moderados, leves y sin conflictos como se detalla en la siguiente Tabla:

TIPO DE CONFLICTO	AREA (HA)	SUBAREAS (HA)	CRITERIO	USOS
Conflicto Severo	11018,6		Uso de manejo no coincide con la Aptitud del suelo	Ganadería extensiva, siembre de cultivos transitorios, utilización de la tecnología de la quema.
Conflicto Medio	7330,8	5107,5	Mal Manejo	Pastos
		2223,2	Mal Manejo	Cultivos Semipermanentes
Conflicto Bajo	1171,876		En Recuperación natural	Predios comprados para formar parte del área de reserva
Sin Conflicto	10446,94	9753,14	Vegetación natural	Bosques Naturales
		516,06	Zona urbana	Casco Urbano de Neiva
		177,74	Cultivos semestrales	Cultivo de Arroz por inundación en las Vegas
TOTAL	29968,14			

Tabla 159. Conflictos de uso del suelo en la cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas

Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

4.2.1.2. Zonas de Amenazas

Amenaza de Origen Geomorfológico. Se consideran amenazas de origen geomorfológico a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y erosión. Dentro del área de estudio se identificaron las siguientes:

TIPO DE AMENAZA	AMENAZA DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO DESCRIPCION
Amenaza por Remoción en Masa	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de procesos mediante los cuales masas de suelo y roca son movidas, como una sola unidad o en pocas unidades discretas, por acción de la fuerza de gravedad, en forma rápida o lenta, afectando a la población y/o la infraestructura de manera negativa.
Amenaza por Erosión	<p>Amenaza Alta por Erosión: Se define como la probabilidad de ocurrencia de fenómenos erosivos que afecten a la población y/o la infraestructura. En la Ciudad de Neiva se presenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Río Magdalena: principalmente en los barrios Darío Echandía y Villa Nazareth - Cuenca del Río Las Ceibas. Algunos de los barrios cercanos a ésta corriente que se encuentran dentro de ésta categoría son Oro Negro, Palmas II, Palmas III, San Bernardo. - Quebrada Avichente. Principalmente en el barrio El Jardín. <p>Amenaza media por erosión: Este tipo de amenaza se puede encontrar en los siguientes sectores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Río Magdalena. Algunas zonas localizadas en el barrio Villa Magdalena, Alberto Galindo, Darío Echandía, Los Libertadores <p>Amenaza potencial por colapso de socavones de antigua minería: Se refiere a la probabilidad de colapsamiento del terreno por extracción de materiales. En el barrio Villa Magdalena, se tienen reportes, sin confirmar, de que en años anteriores se han realizado excavaciones mineras, las cuales generan un potencial de subsidencia; también en el barrio Oro Negro se podrían presentar éste tipo de problemas debido a la extracción de hidrocarburos.</p>

Tabla 160. Amenazas de Origen Geomorfológico en el Río La cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas

Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

Amenazas de origen Hidroclimático. Las amenazas de origen hidroclimático que se encuentran en el área de estudio son la amenaza por régimen torrencial de las corrientes y por potencial de inundación.

AMENAZA DE ORIGEN HIDROCLIMATICO	
TIPO DE AMENAZA	DESCRIPCION
Amenaza por erosión fluvial	Se define como la probabilidad de que se genere un socavamiento lateral de los cauces o la profundización de los mismos, desestabilizando los taludes aledaños y afectando a la población y/o a la infraestructura. Río Las Ceibas. En Villa Patricia, José Eustacio Rivera.
Amenaza por comportamiento torrencial de las corrientes	Es la probabilidad de ocurrencia de crecientes que transportan caudal sólido (sedimentos de fondo y en suspensión, escombros, suelo y cobertura) y caudal líquido simultáneamente, afectando a la población y/o a la infraestructura; la magnitud de estos eventos dependen principalmente de la intensidad de la lluvia.
Amenaza por inundaciones	<p>Amenaza alta por inundación. Éste tipo de amenaza se evalúa principalmente en terrenos planos, con pendientes suaves que varían entre 0 y 12°, correspondiente en su mayor parte a los sectores ubicados en las márgenes de las quebradas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Río Magdalena. En algunos sectores de los barrios El Triángulo, Villa del Río, Rodrigo Lara, Brisas del Magdalena. ✓ Río Ceibas. El antiguo Barrio Los Alamos, Los Cábulos, Rodrigo Lara Bonilla, Villa del Río, Aeropuerto, la Estrella, presentan ésta problemática. ✓ Río del Oro: En los barrios Pozo azul, El Limonar, Santa Isabel. ✓ Quebrada La Toma: Este tipo de amenaza se puede encontrar en los siguientes sectores; ✓ barrio La Independencia, Veinte de julio 7 de agosto, 1 de Mayo, La Libertad. <p>Amenaza media por inundación. Entre los barrios que presentan esta amenaza, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Río Magdalena. Algunos sectores de los barrios El Triángulo, Villa del Río. ✓ Río Las Ceibas. En los barrios Santa Lucia, Gualanday, Los Molinos. <p>Amenaza baja por Inundación. Algunos barrios localizados a la margen izquierda del río Magdalena y el barrio Caracolí se encuentran dentro de ésta subdivisión.</p>

Tabla 161. Amenazas de Origen Hidroclimático en el Río La cuenca hidrográfica del Río Las Ceibas

Fuente: Diagnóstico del POMCA – Río Las Ceibas, 2007

4.2.2. Unidades de Zonificación Ambiental

Finalizando con el estudio de zonificación Ambiental, se pretende mediante la información recopilada, el trabajo de Campo realizado y la superposición de mapas de la Cartografía generada por el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Neiva del año 2014, se analizaron las unidades de zonificación, las cuales se presentan a continuación.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL “Cuenca Hidrográfica Río Las Ceibas”		
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	AREA (HA)
ZPA-E	Zonas de Producción Agropecuaria Ecoeficiente	16,4680527
ZPA-EE	Zona de Preservación Ambiental de Ecosistemas Estratégicos para la Regulación Hídrica y la Conservación de la Biodiversidad	6514,31872
ZRA-PEE	Zona de Recuperación Ambiental para la Preservación de los Ecosistemas Estratégicos para la Regulación Hídrica y Conservación de la Biodiversidad	4490,00895
ZPA-RAN	Zona de Preservación Ambiental de Recarga de Acuíferos, Nacimientos de Agua y Rondas Hídricas	3759,55284
ZPAS-CHE	Zona de Producción Agroforestal Sostenible de Clima Húmedo Relieve Escarpado	2379,70482
ZR	Zona de Restauración	11,3170146
ZMIFPP	Zonas Forestales Protectoras Productoras	0,00992133
ZMIPI	Zonas de Producción Integral	0,00461038
ZMISP	Zonas de Uso Silvopastoril	0,00269415
ZPEE	Áreas de Ecosistemas Estratégicos	0,0092775
ZMIUAC	Zonas de Uso Agropecuario Conservacionista	3,83383405
ZIEUMC	Zonas de Uso y Manejo Conservacionista	0,03325155
ZRA-CCS	Zona de Recuperación Ambiental de Corredor de Conectividad Seco	76,2543026
ZRA-RU	Zona de Recuperación Ambiental por Restricción de Uso	1904,44887
ZPC	Zona de Producción Controlada	4,7196E-05
ZP	Zona Primitiva	0,0014298
ZCS	Zona Corredor Suburbano	102,392926
ZPI	Zona de Planeamiento Intermedio	329,478925
ZOU	Zona de Ordenamiento Urbano	1160,44306
ZPAS-CSQ	Zona de Producción Agroforestal Sostenible de Clima Seco Relieve Quebrado	4219,91675
ZRA-PCCE	Zona de Recuperación Ambiental para la Preservación de Corredores para la Conectividad de Ecosistema	926,407866
ZPAS-CSE	Zona de Producción Agroforestal Sostenible de Clima Seco Relieve Escarpado	738,652983
ZRA-CCHS	Zona de Recuperación Ambiental de Corredor de Conectividad Húmedo - Seco	347,468653
ZRA-T	Zona Amortiguadora, de Transición	1983,83126
ZE-H	Zona de Extracción de Hidrocarburos	222,134275
ZPA-E	Zona de Producción Agropecuaria Ecoeficiente	811,433269

Tabla 162. Unidades de Zonificación Ambiental Río Las Ceibas
Fuente: FUNDISPROS, 2015

5. CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA

Para la estructuración y desarrollo del sistema de información geográfica del presente proyecto, se estableció la metodología descrita a continuación.

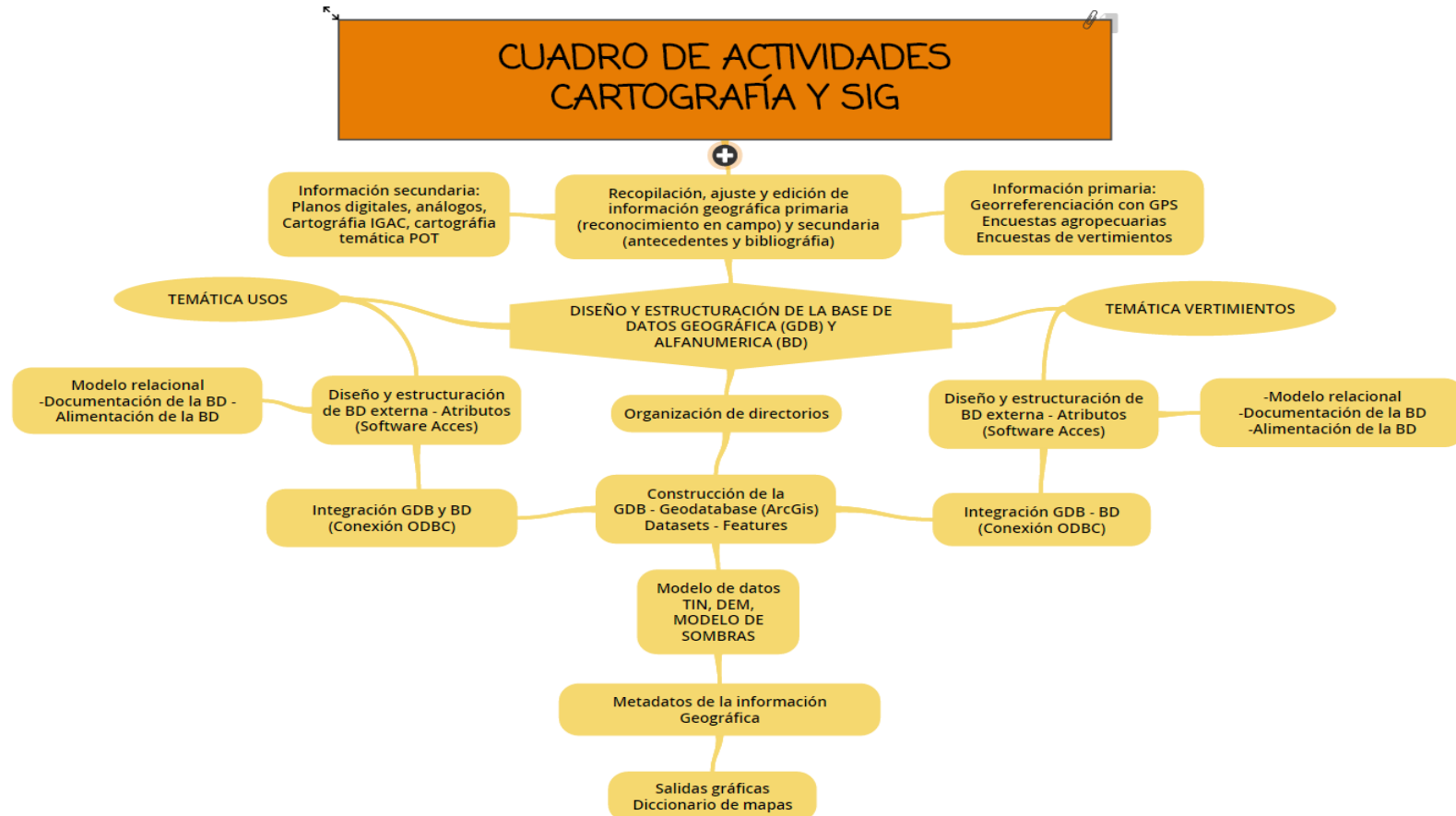


Figura 12. Puntos de muestreo establecidos a lo largo del cauce hídrico “Río Las Ceibas”
 Fuente: FUNDISPROS, 2015

5.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.1.1. Estructuración de directorios

Para el manejo y almacenamiento de la información cartográfica generada en el desarrollo de este proyecto, se siguió el protocolo para la entrega y manejo de la información cartográfica y SIG de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena -CAM (Código I-CAM-017; Versión 1; fecha 29 de octubre de 2009) y se definió la estructura de almacenamiento de la información en directorios independientes, según fueron utilizados e implementados en el SIG. (Ver Figura 13) (CAM, 2009)

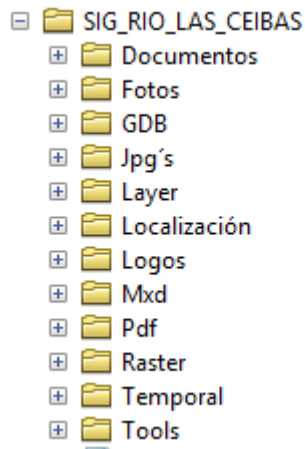


Figura 13. Esquema general para el almacenamiento de la información de usos y vertimientos

Fuente: FUNDISPROS, 2015

5.1.2. Diseño de la base de datos

La recopilación de la información del proyecto y su posterior procesamiento es una parte fundamental, esta actividad solo se pudo llevar a cabo mediante la utilización de programas que administren eficientemente la información, para esto existen las bases de datos, las cuales necesitan ser estructuradas y diseñadas para cada fin específico, en el caso del presente proyecto se optó por la utilización del software ArcGis para la estructuración de la base de datos geográfica en formato mdb, la cual contiene la información geográfica y alfanumérica de las entidades espaciales agrupadas por temáticas para el desarrollo del proyecto y Microsoft Access 2013 para el diseño de la base de datos relacional con información procedente de las encuestas agropecuarias y de vertimientos, la cual almacena la información en forma de tablas sin referencia espacial, pero si con un código o llave primaria que la relaciona con un determinado elemento gráfico contenido en otro archivo.

El propósito del diseño de esta base de datos descriptiva consiste en poder integrarla efectivamente con las tablas de atributos internos de las entidades geográficas utilizadas en el Sistema de Información Geográfica. En cualquier caso, las tablas obtenidas en la base de datos alfanumérica y la base de datos geográfica no se diferencian en absoluto, ni tienen ninguna otra característica especial, salvo que todos los datos de la base de datos geográfica tienen una referencia espacial o territorial.

Para el desarrollo de este proyecto se crearon 2 bases de datos descriptivas, una para la temática “Usos” y otra para la temática “Vertimientos”, enlazadas a una sola estructura de base de datos geográfica por medio de la creación de una llave.

Para los temáticos usos:

BD_RIO_CEIBAS_NEIVA_CONTRATO_0260-2014_USOS

Para los temáticos vertimientos: BD_RIO_CEIBAS_NEIVA_CONTRATO_0260-2014_VERTIMIENTOS

Base de datos geográfica:

GDB_260_R_O_RIO_CEIBAS_NEIVA

5.1.3. Unidad mínima de mapeo

Se entiende como la unidad mínima que se debe representar cartográficamente y siempre está en función de la escala de trabajo.

Para la definición de la unidad mínima de mapeo se tuvo en cuenta la escala de trabajo estipulada en el contrato en desarrollo (1: 25.000); para lo cual $\frac{1}{2}$ cm en el papel, equivale a 125 mts en el terreno, es decir el área es de 15625 m² (1.56ha.); para la escala 1:50.000 $\frac{1}{2}$ cm en el papel, equivale a 250 mts, es decir el área es de 62500 m² (6.25 ha.)

5.1.4. Elaboración de planos cartográficos

Uno de los productos finales del proyecto fue la digitalización, diagramación, dibujo y elaboración de planos cartográficos, los cuales se elaboraron en formato mxd, utilizando el programa ArcGis 10.3, en el que se representaron y visualizaron los datos alfanuméricos y espaciales obtenidos en el desarrollo del proyecto de modo que los usuarios finales logren comprender de forma rápida e intuitiva todos los datos.

Para administrar de forma consecuente los mapas, se crearon libros de mapas “Data Driven Pages” el cual permite obtener en formato mxd como mapa dinámico, impreso o Adobe PDF una serie de páginas de diseño a partir de un único documento de mapa o layout. Los libros de mapas se crean a partir de una capa índice que divide el mapa en secciones y de esta forma genera una página por cada entidad de índice.

Los rótulos diseñados para las planchas cartográficas temáticas contienen además de la información del proyecto, la información geográfica de referencia implementada para todas las capas. Este layout se utilizó previa aprobación y visto bueno por parte del coordinador e interventor del proyecto.

5.1.5. Elaboración de planos cartográficos

La siguiente tabla relaciona la lista de planos definitivos en formato mxd y pdf elaborados en desarrollo del proyecto.

ITEM	NOMBRE	ESCALA DE TARBAJO	ESCALA DE IMPRESION
01	Delimitación del área de trabajo	1:25.000	1:50.000
02	Hidrografía	1:25.000	1:25.000
03	Red de monitoreo	1:25.000	1:30.000
04	Localización general de usuarios en la cuenca	1:25.000	1:25.000
05	Uso y cobertura del suelo POT	1:25.000	1:25.000
06	Reglamentación de usos y manejo del suelo POMCH	1:25.000	1:50.000
07	Detalle Censo de usuarios y vertimientos	1:25.000	
08	Calidad y cantidad del recurso hídrico	1:25.000	1:25.000
09	Zonificación Ambiental	1:25.000	1:25.000
10	Unidades cartográficas de estudio	1:25.000	1:25.000

Tabla 163. Lista de Planos Cartográficos

Fuente: FUNDISPROS, 2015

CONCLUSIONES

El ordenamiento del recurso hídrico de la corriente del Río Las Ceibas que discurre por el municipio de Neiva tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del agua, del presente estudio y análisis se concluye lo siguiente:

- La corriente del Río Las Ceibas, se dividió en 4 zonas de acuerdo a la longitud de la fuente hídrica, donde los puntos de toma de muestras, propuestos fueron siete (7), distribuyéndose a lo largo del cauce, ubicando los puntos críticos donde el agua del río es de mala calidad.
- Según los antecedentes de calidad de agua del Río las Ceibas, realizados en los años 2005 y 2006 se determinaron parámetros de pH, Nitratos, fosfatos y sólidos totales, obteniendo así niveles por debajo de los límites permisibles, los cuales indican que el agua es apta para el consumo humano, siendo tratada previamente para potabilizarla.
- Para los años 2008 y 2009, la calidad de agua sobre el Río Las Ceibas fue:

- Para los afluentes del Río Las Ceibas: la Plata, La Negra, Motilón, San Bartolo y Río Ceibas, la dureza del agua está en el rango 40 a 70 mg/L CaCO₃, valores que corresponden a la clasificación de aguas blandas o suaves, es decir que contienen pocos minerales; para las quebradas Santa Helena y en la parte baja de la Quebrada los Micos, el agua es poco dura, ya que es alta en minerales disueltos específicamente en magnesio y calcio.
- El oxígeno disuelto está entre los 6.2 y 9.3 mg/l, valores que están dentro del rango admisible para fuentes de agua superficial. Para las Quebradas la Jabonera y el Descole residual de la actividad pecuaria (avícola) los niveles de oxígeno disuelto son demasiados bajos.
- La Quebrada Los Micos, en el nacedero muestra un valor en la conductividad de 82 μ S/cm y un bajo índice de Sólidos Disueltos, mostrando un incremento considerable en el valor de la conductividad en la parte media de 301 μ S/cm; es decir, un aumento en las sales presentes en la fuente; la demanda biológica sobre la cuenca del Río Las Ceibas es relativamente, los valores oscilan entre 0. Y .2 mg/l.
- La demanda biológica de oxígeno registra un valor de 601 mg/l y la DQO con un valor de 1184 mg/l en el punto galpones de pollos, mostrando que las descargas se están haciendo directamente sobre la fuente, convirtiéndola en una cloaca.
- Para el Río Ceibas, las quebradas Madroñal, Nacedero el Mico y las Ceibas antes de la quebrada la Plata son fuentes poco o no intervenidas por el hombre.
- Los resultados de los análisis de sólidos suspendidos, disueltos y totales, como las características observadas del agua *in situ*, muestran que por deslizamientos y/o desprendimientos en masa de zonas aledañas a la fuente, la cantidad de sedimentos afecta directamente la cuenca del Río Las Ceibas, elevando los valores de estos parámetros.
- La Quebrada La Jabonera en la Cuenca del Río Las Ceibas, es una de las fuentes más afectadas por las descargas de aguas residuales con conductividad eléctrica de 270 μ S/cm, DBO 5.2 mg/l, DQO 88 mg/l y OD de 5.4 mg/l.
- Los índices de contaminación de agua para los años 2010 y 2011, fueron:

- Para el ICOMI o índice de contaminación por mineralización, los resultados obtenidos presentan un aumento a lo largo del tramo de estudio del Río, donde el valor medio fue de 0.45 (Q. Los Micos) y los valores más altos se presentan en Micos Flora gaita – Los Cauchos (0,93), confluencia Quebrada Castañal (0,68), desembocadura quebrada Los Micos (0,86), y confluencia Quebrada San Rafael (0,76), en el único punto donde se presenta un valor bajo es en el nacimiento Los Micos Palestina con un valor de (0,29). Concluyendo que existe una alta contaminación constante por mineralización.
- Para el ICOMO o índice de contaminación por materia orgánica, el índice se definió en función de la DBO₅, Coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno. En el año 2010 presentó un bajo nivel de contaminación, donde la calidad del agua se hallaba en mejores condiciones, ya para el año 2011 se evidencia que la fuente hídrica llega a un índice medio de contaminación por materia orgánica, encontrando en las muestras que se tomaron en los puntos un deterioro significativo en la calidad del agua, asociándose a la descarga de aguas residuales domésticas a lo largo de las quebradas que conforman el Río las Ceibas.
- ICOSUS o índice de contaminación por sólidos suspendidos: para los años 2010 y 2011, fue baja la contaminación por sólidos suspendidos, relacionado con el bajo arrastre de partículas del suelo erosionado que se da por las actividades de ganadería en zonas de ladera, la escorrentía superficial y las descargas de los diferentes colectores de aguas lluvias de los predios.
- ICOTRO o índice de contaminación trófico: para el año 2010 en el río las Ceibas, se presentaron aguas en condiciones Mesotróficas (0.01-0.02 mg/L), concluyendo que este parámetro varía de acuerdo a la condición climática de la zona; ya para el 2011, este índice tomó una categoría de aguas eutróficas dado al crecimiento vegetal.
- Según los resultados arrojados por los monitoreos realizados sobre el río las Ceibas y algunos de sus afluentes para el año 2012, el índice de calidad de agua ICA se encuentra entre 77.9% y 70.4%, calificándola como agua de buena calidad y entre 69.9% y 65.3%, lo que la califica como agua de calidad regular.
- La conductividad eléctrica para los 7 monitoreos en el año 2015 realizados sobre el Río las Ceibas, dio como resultado, un bajo riesgo de producción de problemas de salinidad en los suelos.

- La salinidad efectiva en el Río Las Ceibas, es de buena calidad según los resultados de los sitios de muestreo, arrojando un resultado máximo en el muestreo A03 con 0.928 mEq/lit.
- La salinidad potencial para el Río las Ceibas, es de buena calidad arrojando un valor máximo de 0.323 mEq/lit, en el muestreo A03.
- Tanto la RAS como el PSI del suelo analizado para el Río las Ceibas, arrojaron valores bajos, por lo cual será menor el peligro de sodificación para el agua de esta fuente hídrica.
- La presencia de CSR en el agua del Río las Ceibas, se encuentra dentro de los valores permisibles, cumpliendo con un agua de buena calidad y bajando el peligro en el aumento de la RAS del suelo.
- El índice en porcentaje de sodio posible en el agua de la fuente hídrica, es mayor a 50%, por lo tanto esta, se cataloga como apta para riego.
- De acuerdo a los resultados de los análisis de los elementos tóxicos para las plantas, el Río las Ceibas tiene un bajo contenido de Boro y no presenta ningún nivel tóxico en cloruros.
- Para el año 2015, los índices de contaminación de calidad de agua analizados para el Río las Ceibas, a partir de los puntos monitoreados fueron:
- Índice de contaminación por materia orgánica "ICOMO": la mayor presencia de contaminación se establece antes de la desembocadura de la quebrada los Micos sobre el Río las Ceibas y después de la desembocadura de la quebrada la jabonera. Concluyendo que sobre estas dos quebradas se encuentra el mayor índice constante de contaminación por materia orgánica, para lo cual se recomienda el establecimiento de un programa de monitoreo de la Calidad del Agua.
- Índice de contaminación de sólidos suspendidos "ICOSUS": la mayor concentración de sólidos suspendidos a lo largo del Río las Ceibas, fue antes de la desembocadura de la quebrada Los Micos al Río las Ceibas y a antes de la desembocadura de la quebrada La Jabonera, respectivamente.
- Índice de contaminación por fósforo total "ICOTRO": según la información obtenida de los monitoreos, la fuente hídrica arroja un régimen de agua Eutrófica, es decir, el cuerpo de agua cuenta con un exceso de nutrientes especialmente fósforo y nitrógeno.

- El índice de contaminación por sólidos suspendidos para el punto de monitoreo A05 correspondiente a la desembocadura de la quebrada La Jabonera, presenta una muy alta contaminación por sólidos suspendidos y una Hipereutrofia por contaminación de fósforo total.
- Para este año (2015) el índice de calidad de Agua para el Río las Ceibas solo 1 de los 7 monitoreos presentó una clasificación con agua de **buena calidad**, siendo el punto de muestreo **A01** ubicado antes de la primera captación (bocatoma artesanal) dentro de la fuente hídrica. Para el resto de puntos de monitoreo **A02 – A03 – A04 – A05 – A06 – A07** la clasificación para el agua fue de **mediana calidad**, por esto se ha propuesto hacer una reducción a la oferta neta hídrica por calidad de agua del caudal medio mensual multianual entre el 5% y el 10% respectivamente.
- Según los análisis hidrológicos para el Río las Ceibas, se encontraron especies de mayores abundancias registradas en cada una de las secciones estudiadas las cuales bioindican concentraciones de material orgánico y presencia de residuos vegetales y/o animales en descomposición, concluyendo que en cuanto a índices ecológicos se describen aguas contaminadas a muy contaminadas.
- El agua de la fuente hídrica describe un sistema eutrófico, lo que evidencia una alta descarga de nutrientes la cual se genera por la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo el establecimiento y desarrollo de algunas de las divisiones de la comunidad fitoplanctónica (Bacillariophyta, Chlorophyta y del Phylum Cyanophycota).
- La comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentó un máximo de predominio en la clases Insecta, Oligochaeta y el phylum Nematoda; los cuales exponen los cuerpos de agua con un grado de contaminación, ya que son organismos propios de ambientes con alta sedimentación y eutrofia, lo que se puede evidenciar con la presencia y bioindicación de los quironómidos y oligoquetos que describen aguas mediana a altamente contaminadas, con presencia de materia orgánica.
- se exhibieron rangos bajos de diversidad en las comunidades analizadas, lo que atribuye una contaminación alta a moderada en los cuerpos de agua, probablemente ocasionada por el ingreso de materia orgánica de origen natural y/o antrópico, lo cual podría estar relacionado con procesos naturales de eutrofización de los sistemas hídricos.
- La representatividad media - alta de la comunidad Íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los

diferentes cuerpos de agua, además de haberse realizado algunos monitoreo en días lluviosos impide el establecimiento de estos, así como también afecta a las plantas acuáticas por falta de ambientes para su anclaje y por ende afecta a la ictiofauna ya que las plantas acuáticas les sirve de refugio.

- La bioindicación y grado de contaminación de acuerdo a los géneros y familias reportados indican que los puntos se encuentran muy y moderadamente contaminados.
- Para los cuatro tramos en los cuales fue dividido el Río las Ceibas, se establecieron usos definitivos de agua a asignar para la zona I con uso doméstico, agrícola y pecuario; zona II se establecieron uso doméstico, agrícola, pecuario y recreativo; y en las zonas III y IV se establecieron uso doméstico, agrícola y pecuario.
- Las zonas donde habrá total prohibición de las descargas de aguas residuales son en los tramos 3 y 4 de la cuenca, pues según los resultados de calidad de agua, se prohíbe la descarga de aguas residuales de vertimientos de cualquier índole que no cumpla con los criterios de calidad establecidos para el cumplimiento de los objetivos de calidad, ya que se pretenden reducir las cargas contaminantes por materia orgánica, debido a que los valores de coliformes fecales y totales son altos para estas zonas.
- Se condiciona la descarga de aguas residuales en las zonas 1 y 2 pues según los análisis de calidad de agua parámetros como coliformes fecales, los usos potenciales que pueden darse en esta zona como el uso doméstico, agrícola para cultivos de consumo directo, pecuario y recreación mediante contacto primario, pues actualmente los criterios de calidad se encuentran dentro del límite permisible por la normatividad colombiana.
- La campaña de monitoreo realizada en el río Las Ceibas y la información histórica existente, permitieron contar con los datos de campo básicos para calibrar el modelo QUAL2Kw, obteniéndose un ajuste moderado para la mayoría de los parámetros de calidad del agua. Sin embargo, para parámetros como la DBO lenta, la DBO rápida y los nutrientes, no fue posible evaluar la calibración debido a que no se contó con los valores exactos de estos parámetros en campo.
- En forma general, se puede decir que los resultados de este trabajo representan una línea base en términos de modelación de la calidad del agua para el río Las Ceibas, puesto que no existen experiencias previas de modelación ni se han realizado más campañas de monitoreo diferentes a las utilizadas para la implementación del modelo de calidad.

- Se encontró que entre los puntos de monitoreo A04 (Antes de la segunda captación del acueducto municipal de Neiva Bocatoma El Tomo) y el punto de monitoreo A05 (Antes de desembocadura quebrada La Jabonera), el caudal disminuye hasta alcanzar valores de 594 L/s, sin embargo, las captaciones del tramo no superan los 33.66 L/s, por lo cual la disminución del caudal está relacionada con la falta de adecuación de estructuras de aforo en las captaciones de los grandes usuarios del río Las Ceibas (Bocatoma El Guayabo y Bocatoma El Tomo).
- En los últimos 17 kilómetros antes de la desembocadura del río Las Ceibas en el río Magdalena, se ubica la quebrada Los Micos y la quebrada La Jabonera, dos de los principales tributarios del río, los cuales se encuentran fuertemente impactados por ser receptores de aguas residuales, esto ocasiona que al descargar sus aguas en la corriente principal disminuyan su calidad del agua. Adicionalmente en este tramo se ubican todos los vertimientos identificados, por lo cual es el sector más afectado desde el punto de vista de calidad del agua.
- Se formularon tres escenarios futuros para predecir el impacto que cada uno de ellos tendría sobre el río, el primer escenario contempló la implementación de sistemas individuales de saneamiento para viviendas unifamiliares o bifamiliares ubicadas sobre el río Las Ceibas, el segundo escenario contempló la recuperación de la calidad del agua de la quebrada Los Micos y la quebrada La Jabonera a partir de la implementación de sistemas individuales de saneamiento para viviendas unifamiliares o bifamiliares ubicadas sobre su cauce; y el tercer escenario contempló la adecuación de estructuras de aforo para la Bocatoma El Guayabo y la Bocatoma El Tomo (acueducto del municipio de Neiva), de tal forma que se garantice la captación de los caudales concesionados ubicadas sobre su cauce; y el tercer escenario contempló la adecuación de estructuras de aforo para la Bocatoma El Guayabo y la Bocatoma El Tomo (acueducto del municipio de Neiva), de tal forma que se garantice la captación de los caudales concesionados.
- Se encontró que el escenario 2 contempla las acciones más favorables para la corriente en el tramo ubicado entre el kilómetro 16.8 y el kilómetro 8.8; el escenario 1 será el más favorable desde el kilómetro 8.8 hasta la desembocadura del río Las Ceibas en el río Magdalena; y finalmente el escenario 3 permitirá mejorar la calidad del agua en el tramo final de la corriente, pero no será tan evidente la recuperación como en los otros escenarios contemplados.
- Los resultados presentados en este informe permitieron conocer el estado actual del río Las Ceibas y su respuesta ante los escenarios futuros

formulados, sin embargo, se recomienda contar con futuras campañas de monitoreo que permitan confirmar las constantes cinéticas calibradas o en su defecto ajustarlas, de tal forma que se aumente el ajuste de la calibración y se pueda predecir más acertadamente la calidad del agua en la corriente ante distintos escenarios.

BIBLIOGRAFIA

- CAM, C. A. (2009). Protocolo entrega y manejo información cartográfica y SIG – I-CAM-017. Neiva - Huila: Versión 31 de oct.
- Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena. (2014). Análisis de los Índices de contaminación de los años 2008 a 2012 del Río Las Ceibas y La Quebrada Los Micos4. Neiva Huila: CAM.
- IDEAM. (2010). Vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH).
- Instituto Nacional de Recursos Naturales - INDERENA. (1983). Acuerdo N° 015. Neiva - Huila.
- Marín, G., Aragón, R., & Gómez, B. (2002). Analisis Quimico de Suelos y Aguas. Manual de Laboratorio. Valencia, España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- MINIAMBIENTE. (2014). Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hidrico. Bogota, DC .
- Neiva, A. d. (2009). Caracterización diagnostica - Revisión y ajuste del plan de ordenamiento territorial. Neiva.
- Pérez León, J. M. (2011). Manual para determinar la Calidad del Agua para riego Agrícola . Xalapa de Enríquez, Veracruz : Facultad de Ciencias Agrícolas UV.
- Pizarro, F. (1978). Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid, España: Editorial Agrícola de España.
- UNIV LAB - FUNDACORH. (2012). Estudio y Analisis de Aguas en 18 Sitios de la Cuenca Hidrografica del Rio Las Ceibas. Neiva - Huila: Organizaciòn de las Naciones Unidades para la Alimentaciòn y la Agricultura - FAO.
- PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE NEIVA-HUILA, 2009, Alcaldía Municipal de Neiva-Huila
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. 1994 Estudio General de suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Huila tomos I y II