

# EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA *Superficial*

# ERA

2016

## Departamento del Huila



# CAM

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA

Quebrada la Motilona, Paicol – Huila  
Foto: O.J. Moncayo Calderón

*¡Cuida tu naturaleza!*



**Carlos Alberto Cuellar medina**  
DIRECTOR GENERAL

**Alberto Vargas Arias**  
SECRETARIO GENERAL

**Carlos Andrés González Torres**  
SUBDIRECTOR DE CALIDAD Y REGULACIÓN AMBIENTAL

**Juan Carlos Ortiz Cuellar**  
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL

**Edisney Silva Argote**  
JEFE OFICINA DE PLANEACIÓN

**Carlos Alberto Vargas Muñoz**  
SUPERVISOR

**INVESTIGADORES Y COMPILADORES**

Salomón Barragán Clavijo  
Oscar Javier Moncayo Calderón  
Juan Diego Hernández Montealegre  
Natalia Puentes  
Maidy Yulieth Pascuas Almarino  
Yobani Salazar Díaz  
Carlos Eduardo Cáceres González

**COLABORADORA**

María Paula Perdomo Santana



## CONTENIDO

<b>LISTADO DE TABLAS</b> .....	4
<b>LISTADO DE FIGURAS</b> .....	5
<b>LISTADO DE SIGLAS</b> .....	10
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	12
<b>CAPITULO 1. CONTEXTO</b> .....	13
<b>1.1. Marco de referencia</b> .....	14
<b>1.1.1. Política Nacional para Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia (PNGIRH)</b> .....	14
<b>1.1.2. Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)</b> .....	14
<b>1.1.3. Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH)</b> .....	14
<b>1.1.4. Estudio Nacional del Agua (ENA) 2014</b> .....	14
<b>1.1.5. Evaluaciones Regionales del Agua (ERA)</b> .....	15
<b>1.2. Información general</b> .....	15
<b>1.2.1. Localización del área de estudio</b> .....	15
<b>1.2.2. División hidrográfica del departamento del Huila</b> .....	16
<b>1.2.3. Zonas climáticamente homogéneas en el Departamento del Huila</b> .....	17
<b>1.2.4. Fuentes y manejo de información para ERA Huila 2016</b> .....	20
<b>CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL</b> .....	25
<b>2.1. Marco conceptual</b> .....	26
<b>2.2. Marco metodológico</b> .....	31
<b>2.3. Resultados</b> .....	32
<b>2.3.1. Oferta hídrica superficial en el departamento del Huila</b> .....	32
<b>2.3.2. Indicadores del sistema hídrico natural</b> .....	42
<b>CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA SUPERFICIAL</b> .....	77
<b>3.1. Marco conceptual</b> .....	78
<b>3.2. Marco metodológico</b> .....	80
<b>3.3. Resultados</b> .....	82
<b>3.3.1. Demanda de agua superficial en el departamento del Huila</b> .....	82
<b>3.3.2. Índice del Uso del Agua</b> .....	82

<b>CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL .....</b>	<b>100</b>
<b>4.1. Marco conceptual .....</b>	<b>101</b>
<b>4.2. Marco metodológico.....</b>	<b>107</b>
<b>4.3. Resultados.....</b>	<b>108</b>
<b>4.3.1. Índice de calidad del agua (ICA) .....</b>	<b>108</b>
<b>4.3.2. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL).....</b>	<b>110</b>
<b>4.3.2. Índice de Macroinvertebrados acuáticos (IMA).....</b>	<b>133</b>
<b>CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO HÍDRICO SUPERFICIAL.....</b>	<b>136</b>
<b>5.1. Marco conceptual .....</b>	<b>137</b>
<b>5.2. Marco metodológico.....</b>	<b>142</b>
<b>5.3. Resultados.....</b>	<b>143</b>
<b>5.3.1. Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH) .....</b>	<b>143</b>
<b>5.3.1. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET).....</b>	<b>160</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Subzonas y Subcuencas hidrográficas del departamento del Huila. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Información espacial ERA Huila 2016. ....	21
<b>Tabla 3.</b> Categorías del Índice de Aridez. Fuente: (IDEAM, 2013). ....	30
<b>Tabla 4.</b> Categorías del Índice de Retención Hídrica. Fuente: (IDEAM, 2013). ....	31
<b>Tabla 5.</b> Oferta Hídrica Total Superficial por subzonas y subcuencas hidrográficas del departamento del Huila. ....	33
<b>Tabla 6.</b> Rangos y categorías del IUA. Fuente: (IDEAM, 2013). ....	80
<b>Tabla 7.</b> Demanda de agua superficial en el departamento del Huila por sectores expresado en litros por segundo -lps, año 2016. ....	82
<b>Tabla 8.</b> Descriptores del ICA, Fuente: (ENA, 2010). ....	103
<b>Tabla 9.</b> Variables y ponderación para el cálculo del ICA Fuente: (ENA, 2010) ....	103
<b>Tabla 10.</b> Valores del índice biológico IMA, Fuente: (Roldán, 2003) ....	104
<b>Tabla 11.</b> Categorías y descriptores del IACAL, Fuente: (ENA, 2010). ....	105
<b>Tabla 12.</b> Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año), Fuente: (ENA, 2010). ....	105
<b>Tabla 13.</b> Categorías y descriptores de presión por Subzona hidrográfica, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados al cociente carga (ton/año)/oferta total (MMC), Fuente: (ENA, 2010). ....	105
<b>Tabla 14.</b> Contaminantes y fuentes de contaminación. Fuente: (IDEAM, 2013). ....	106
<b>Tabla 15.</b> Evaluación Regional del Índice de Calidad de Agua con base en la información disponible de las estaciones de monitoreo localizadas en el departamento del Huila. ....	108
<b>Tabla 16.</b> Evaluación Regional del IMA con base en la información disponible para el departamento del Huila. ....	133
<b>Tabla 17.</b> Clasificación del IVET de acuerdo a los factores relacionales del índice de variabilidad e índice morfométrico de torrencialidad. Fuente: (IDEAM, 2013). ....	141
<b>Tabla 18.</b> Clasificación del IVH. Fuente: (IDEAM, 2013) ....	142

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización geográfica del departamento del Huila. ....	15
<b>Figura 2.</b> División hidrográfica del departamento del Huila. ....	16
<b>Figura 3.</b> Gráficas de Elevación (msnm) vs Precipitación (mm) Zona Climáticamente Homogénea Sur.....	18
<b>Figura 4.</b> Gráficas de Elevación (msnm) vs Precipitación (mm) Zona Climáticamente Homogénea Norte. ....	19
<b>Figura 5.</b> Fuentes de información ERA Huila 2016.....	20
<b>Figura 6.</b> Requerimientos de información geográfica para la ERA. Fuente: (IDEAM, 2013) .....	21
<b>Figura 7.</b> Redes de drenaje de la CAM (Izquierda) y el IGAC (Derecha) .....	23
<b>Figura 8.</b> Insumos técnicos para el ajuste geográfico de los límites de las Cuencas hidrográficas del departamento del Huila.....	23
<b>Figura 9.</b> Procesamiento de información meteorológica y representación del balance hídrico por Subzonas hidrográficas del departamento del Huila. ....	24
<b>Figura 10.</b> Procedimiento para la evaluación de la oferta hídrica superficial en las regiones.....	31
<b>Figura 11.</b> Mapa regional del Índice de Aridez para los años hidrológicos medio, seco y húmedo. 43	
<b>Figura 12.</b> Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	45
<b>Figura 13.</b> Mapas de Índice de Aridez de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	46
<b>Figura 14.</b> Mapas de Índice de Aridez de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....	47
<b>Figura 15.</b> Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....	49
<b>Figura 16.</b> Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....	50
<b>Figura 17.</b> Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....	51
<b>Figura 18.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....	53
<b>Figura 19.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	54
<b>Figura 20.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	55
<b>Figura 21.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	57
<b>Figura 22.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	58
<b>Figura 23.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....	59
<b>Figura 24.</b> Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. ....	60
<b>Figura 25.</b> Mapa regional del Índice de Retención y Regulación Hídrica para los años hidrológicos medio, seco y húmedo. ....	62

**Figura 26.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo. ....63

**Figura 27.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo. ....64

**Figura 28.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2103 Río Suaza, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....65

**Figura 29.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2104 Ríos Directos al Magdalena (mi), para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....66

**Figura 30.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2105 Río Páez, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....67

**Figura 31.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2106 Ríos Directos al Magdalena (md), para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....68

**Figura 32.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2108 Río Yaguará, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....69

**Figura 33.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2109 Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo.71

**Figura 34.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2110-Río Neiva, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....72

**Figura 35.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....73

**Figura 36.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2112-Río Bache, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....74

**Figura 37.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....75

**Figura 38.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2114-Río Cabrera, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo .....76

**Figura 39.** Conceptos básicos que definen la demanda hídrica regional. Fuente: (IDEAM, 2013)..78

**Figura 40.** Dinámica del uso de agua regional. Fuente: (IDEAM, 2013).....79

**Figura 41.** Flujo de trabajo para la evaluación de la demanda de agua en las regiones. Fuente: (IDEAM, 2013).....81

**Figura 42.** Mapa regional del Índice de Usos del Agua (Superficial), para los años hidrológicos medio, seco y húmedo .....83

**Figura 43.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....85

**Figura 44.** Mapas de Índice del Uso del Agua (superficial) de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....86

**Figura 45.** Mapas de Índice del Uso del Agua (Superficial) de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....87

**Figura 46.** Mapas del Índice del Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....88

**Figura 47.** Mapas del Índice del Uso del Agua (Superficial) de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....89

**Figura 48.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....90

**Figura 49.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....92

**Figura 50.** Mapas del Índice del Uso del Agua (Superficial) de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....93

**Figura 51.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....94

**Figura 52.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....96

**Figura 53.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....97

**Figura 54.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo .....98

**Figura 55.** Mapas del Índice del Uso del Agua (superficial) de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.....99

**Figura 56.** Modelo conceptual para la evaluación de la calidad de agua en las regiones. .... 101

**Figura 57.** Mapa conceptual de los agentes contaminantes del agua. Fuente: (IDEAM, 2013). ... 102

**Figura 58.** Procedimiento general para evaluación de la calidad del agua. Fuente: (IDEAM, 2013). ..... 107

**Figura 59.** Mapa regional del Índice de Calidad de Agua ..... 109

**Figura 60.** Mapa regional del IACAL para los años hidrológicos medio, seco y húmedo. .... 112

**Figura 61.** Mapas del IACAL de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 115

**Figura 62.** Mapas de IACAL de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 116

**Figura 63.** Mapas del IACAL de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 117

**Figura 64.** Mapas del IACAL la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 120

**Figura 65.** Mapas del IACAL de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 121

**Figura 66.** Mapas del IACAL de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 122

**Figura 67.** Mapas del IACAL de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 123

**Figura 68.** Mapas del IACAL de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 127

**Figura 69.** Mapas del IACAL de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 128

**Figura 70.** Mapas del IACAL de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 129

**Figura 71.** Mapas del IACAL de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 130

**Figura 72.** Mapas del IACAL de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 131

**Figura 73.** Mapas del IACAL de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 132

**Figura 74.** Mapa de distribución regional de puntos de muestreo de macroinvertebrados..... 135

**Figura 75.** Modelo conceptual de análisis de amenazas y vulnerabilidades del sistema hídrico natural. Fuente: (IDEAM, 2013)..... 138

**Figura 76.** Modelo conceptual para evaluar la vulnerabilidad del recurso hídrico. Fuente: (IDEAM, 2013)..... 139

**Figura 77.** Modelo conceptual para análisis de amenazas en el territorio. Fuente: (IDEAM, 2013). ..... 140

**Figura 78.** Mapa regional del IVH para los años hidrológicos medio, seco y húmedo..... 143

**Figura 79.** Mapas del IVH de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 145

**Figura 80.** Mapas de IVH de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 146

**Figura 81.** Mapas de IVH de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 147

**Figura 82.** Mapas del IVH de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 148

**Figura 83.** Mapas del IVH de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 149

**Figura 84.** Mapas del IVH de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 151

**Figura 85.** Mapas del IVH de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 152

**Figura 86.** Mapas del IVH de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 153

**Figura 87.** Mapas del IVH de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 155

**Figura 88.** Mapas del IVH de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 156

**Figura 89.** Mapas del IVH de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 157

**Figura 90.** Mapas del IVH de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 158

**Figura 91.** Mapas del IVH de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 159

**Figura 92.** Mapa regional del IVET para los años hidrológicos medio, seco y húmedo..... 160

**Figura 93.** Mapas del IVET de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 162

**Figura 94.** Mapas de IVET de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 163

**Figura 95.** Mapas de IVET de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 164

**Figura 96.** Mapas del IVET de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 165

**Figura 97.** Mapas del IVET de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 166

**Figura 98.** Mapas del IVET de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 167

**Figura 99.** Mapas del IVET de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 169

**Figura 100.** Mapas del IVET de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 170

**Figura 101.** Mapas del IVET de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 171

**Figura 102.** Mapas del IVET de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo..... 172

**Figura 103.** Mapas del IVET de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 174

**Figura 104.** Mapas del IVET de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo ..... 175

**Figura 105.** Mapas del IVET de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo. .... 176

## LISTADO DE SIGLAS

**AHH:** Año Hidrológico Húmedo.  
**AHM:** Año Hidrológico Medio.  
**AHS:** Año Hidrológico Seco.  
**CAM:** Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.  
**CE:** Conductividad Eléctrica.  
**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística.  
**DBO<sub>5</sub>:** Demanda Bioquímica de Oxígeno.  
**DEM:** Modelos Digitales de Elevación.  
**DQO:** Demanda Química de Oxígeno.  
**ENA:** Estudio Nacional del Agua.  
**ERA:** Evaluación Regional del Agua.  
**ET<sub>c</sub>:** Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar.  
**ET<sub>caj</sub>:** Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar.  
**ET<sub>o</sub>:** Evapotranspiración del cultivo de referencia.  
**ETR:** Evapotranspiración real.  
**FAO:** Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
**GIRH:** Gestión Integral del Recurso Hídrico.  
**IA:** Índice de aridez.  
**IACAL:** Índice de afectación potencial a la calidad del agua.  
**ICA:** Índice de calidad del agua.  
**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.  
**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.  
**IMA:** Índice de Macroinvertebrados Acuáticos.  
**IRH:** Índice de retención y regulación hídrica.  
**IUA:** Índice de Uso de Agua superficial.  
**IVET:** Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales.  
**IVH:** Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico.  
**NT:** Nitrógeno Total.  
**OD:** Oxígeno Disuelto.  
**OHRA:** Oferta hídrica regional aprovechable.  
**OHRD:** Oferta hídrica regional disponible.  
**OHTD:** Oferta hídrica disponible.  
**OHTS:** Oferta hídrica total superficial.  
**PNGIRH:** Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.  
**PT:** Fósforo Total.  
**SIRH:** Sistema de información del Recurso Hídrico.  
**SST:** Sólidos Suspendidos Totales.  
**SZH:** Subzona Hidrográfica.  
**VBA:** Visual Basic for Applications.

## INTRODUCCIÓN

El departamento del Huila se caracteriza por ser uno de los entes territoriales donde se genera gran cantidad de agua, la cual sustenta el desarrollo productivo de la región y favorece al bienestar de sus habitantes. Debido a su ubicación geográfica forma parte integral de la cuenca alta del Río Magdalena y el macizo colombiano, lugar que constituye el centro hídrico más importante del país y donde se origina el Río Magdalena, una de las fuentes hídricas que contribuye a satisfacer la demanda hídrica nacional.

La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena -CAM- ejerce sus funciones como máxima autoridad ambiental en pro de la protección ambiental y el desarrollo sostenible del departamento del Huila; Comprometida con el manejo integral del recurso hídrico y de acuerdo a lo señalado en el Decreto 1640 de 2012, realizó por primera vez la Evaluación Regional del Agua superficial -ERA- cuyo desarrollo y resultados se presentan en este documento, el cual consta de cinco capítulos que contiene la información sobre el análisis integrado de la oferta, demanda, calidad y riesgos asociados al recurso hídrico superficial, además, la estimación de los indicadores hídricos regionales, para los años hidrológicos medio, seco y húmedo, teniendo como base las unidades hidrográficas de análisis en el territorio huilense, correspondiente a trece subzonas definidas por IDEAM y 564 subcuencas.

Los principales marcos de referencia que se emplearon fueron la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, el Estudio Nacional del Agua -ENA- en sus versiones 2010 y 2014, y los lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional de Agua - ERA 2013 desarrollado por el IDEAM

La ejecución de la ERA apoya la gestión integrada del agua en la región, y se constituye en una herramienta fundamental para ampliar el conocimiento asociado a las características, el comportamiento y el estado de los sistemas hídricos, en consecuencia, este estudio es el producto de un esfuerzo para aportar un instrumento técnico al territorio Huilense que sirva como base para la toma de decisiones en materia de administración, protección, uso y control del recurso hídrico superficial.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado, dinámica y tendencias de los sistemas hídricos superficiales del departamento del Huila como resultado de la interacción de procesos naturales y antrópicos para una adecuada administración, administración, protección, uso y control del recurso hídrico superficial.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Caracterizar y evaluar el estado, dinámica y tendencia de la oferta hídrica superficial y su disponibilidad en el departamento del Huila.
- b. Caracterizar y evaluar el estado actual y tendencias de las presiones sobre los sistemas hídricos superficiales del departamento del Huila por uso de agua y carga contaminante proveniente de sectores usuarios del recurso.
- c. Caracterizar y evaluar las condiciones de calidad de agua de los sistemas hídricos superficiales del departamento del Huila y la afectación que ejercen los diferentes sectores usuarios del recurso tanto para condiciones actuales como tendenciales.
- d. Evaluar escenarios de amenaza y vulnerabilidad asociadas a la afectación del régimen hidrológico por variabilidad climática, fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos y sus efectos en la disponibilidad hídrica superficial en el departamento del Huila.
- e. Realizar análisis integrados de las condiciones actuales y tendenciales del régimen hídrico en el departamento del Huila a partir de los indicadores hídricos e hidrobiológicos.



# CAPÍTULO 1

# CONTEXTO

*Rio Magdalena, Hobo – Huila  
Foto: W. Vásquez*

## 1.1. Marco de referencia

### 1.1.1. Política Nacional para Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia (PNGIRH)

La PNGIRH publicada en el año 2010; Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para la planificación, administración, seguimiento y monitoreo del recurso hídrico de Colombia, con base en el concepto y alcance de gestión integral del recurso hídrico. Consta de ocho principios y seis objetivos específicos, estos últimos concernientes a la oferta, demanda, calidad y análisis de los riesgos asociados a cuerpos de agua, además del fortalecimiento institucional y gobernabilidad para la sostenibilidad de los mismos [24]

### 1.1.2. Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)

La GIRH es un proceso cuyo objetivo es promover el manejo y desarrollo coordinado del agua en interacción con los demás recursos naturales, maximizando el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales [7]

### 1.1.3. Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH)

Según el Decreto 1323 de 2007, el Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH- es el conjunto de elementos que integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos, que facilitan la gestión integral del recurso hídrico [22]. Actualmente, esta iniciativa nacional promueve la publicación en línea de datos útiles para orientar la toma de decisiones en materia de administración, regulación, gestión, planificación e investigación del recurso hídrico.

### 1.1.4. Estudio Nacional del Agua (ENA) 2014

El ENA es un análisis realizado por el IDEAM en el marco de la PNGIRH, cuyos resultados informan el estado y dinámica de los recursos hídricos en Colombia para la planificación y gestión integral del agua. Este estudio fue presentado en un documento técnico que consta de nueve capítulos; Su contenido, soportado en conceptos y metodologías replicables, refleja la integración de los diferentes componentes que conforman la base de conocimiento del ciclo hidrológico en sus dimensiones tanto del régimen natural como del régimen intervenido que se expresa en presiones por uso y afectaciones por actividades antrópicas [16].

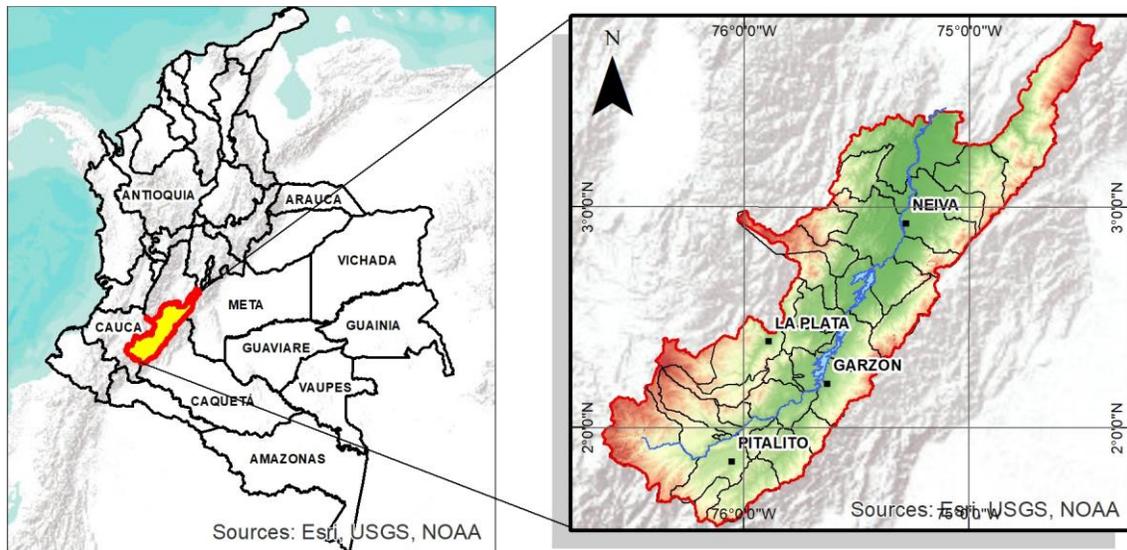
### 1.1.5. Evaluaciones Regionales del Agua (ERA)

De acuerdo con el artículo 8 del Decreto 1640 de 2012, las ERA comprenden el análisis integrado de la oferta, demanda, calidad y análisis de los riesgos asociados al recurso hídrico, teniendo como base las subzonas definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia. Las ERA permiten la actualización de la información y conocimiento del recurso hídrico y promueve el escalamiento de un sistema de indicadores regionales para reconocer el estado, las presiones y afectaciones del agua por actividades antrópicas o factores climáticos. Las Autoridades Ambientales son los entes competentes encargados de realizarlas [21].

## 1.2. Información general

### 1.2.1. Localización del área de estudio

El departamento del Huila está ubicado hacia la zona sur de la Región Andina de Colombia, entre las cordilleras Central y Oriental, a los 01°33'19" y 03°50'41" de latitud norte y los 74°24'46" y 76°37'27" de longitud oeste. Limita al Norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, al Este con Meta y Caquetá, al Sur con Caquetá y Cauca, y al Oeste con Cauca y Tolima (*Ver Figura 1*). Forma parte integral de la cuenca alta del río Magdalena y del macizo colombiano [8].



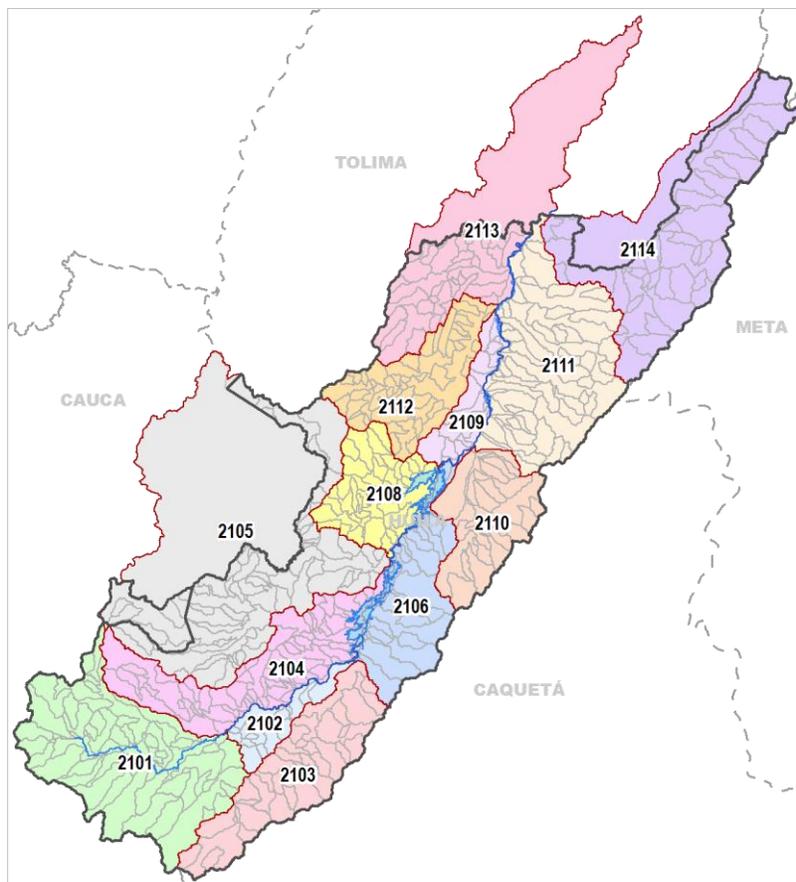
**Figura 1.** Localización geográfica del departamento del Huila.

Debido a su ubicación geográfica en el departamento del Huila confluye la interconectividad de las regiones Andina, Pacífica y Amazónica. Por otro lado, gracias a su diversidad de ecosistemas, posee una gran oferta de bienes y servicios

ambientales en los que soporta el desarrollo regional y sus apuestas productivas, así como el bienestar y calidad de vida de sus habitantes [10].

### 1.2.2. División hidrográfica del departamento del Huila

De acuerdo a la zonificación hidrográfica de Colombia, realizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2010 [12], el departamento del Huila hace parte del área hidrográfica del Magdalena-Cauca (ID: 2); zona hidrográfica del Alto Magdalena (ID: 21). Está constituida por 13 subzonas hidrográficas (Ver Figura 2) de las cuales comparte una subzona con el departamento del Cauca (2105) y dos subzonas con el departamento del Tolima (2113 y 2114).



**Figura 2.** División hidrográfica del departamento del Huila.

Según los lineamientos del IDEAM, las unidades hidrográficas de análisis para la ERA son las subzonas hidrográficas - SZH, las cuencas de nivel subsiguientes (reglamentadas en el artículo 3 del Decreto 1640 de 2012) y las unidades de menor jerarquía a la subzona hidrográfica, estas últimas definidas por la autoridad

ambiental para el ejercicio de sus funciones. Con base en lo anterior, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) definió 564 cuencas de menor jerarquía denominadas subcuencas hidrográficas (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Subzonas y Subcuencas hidrográficas del departamento del Huila.

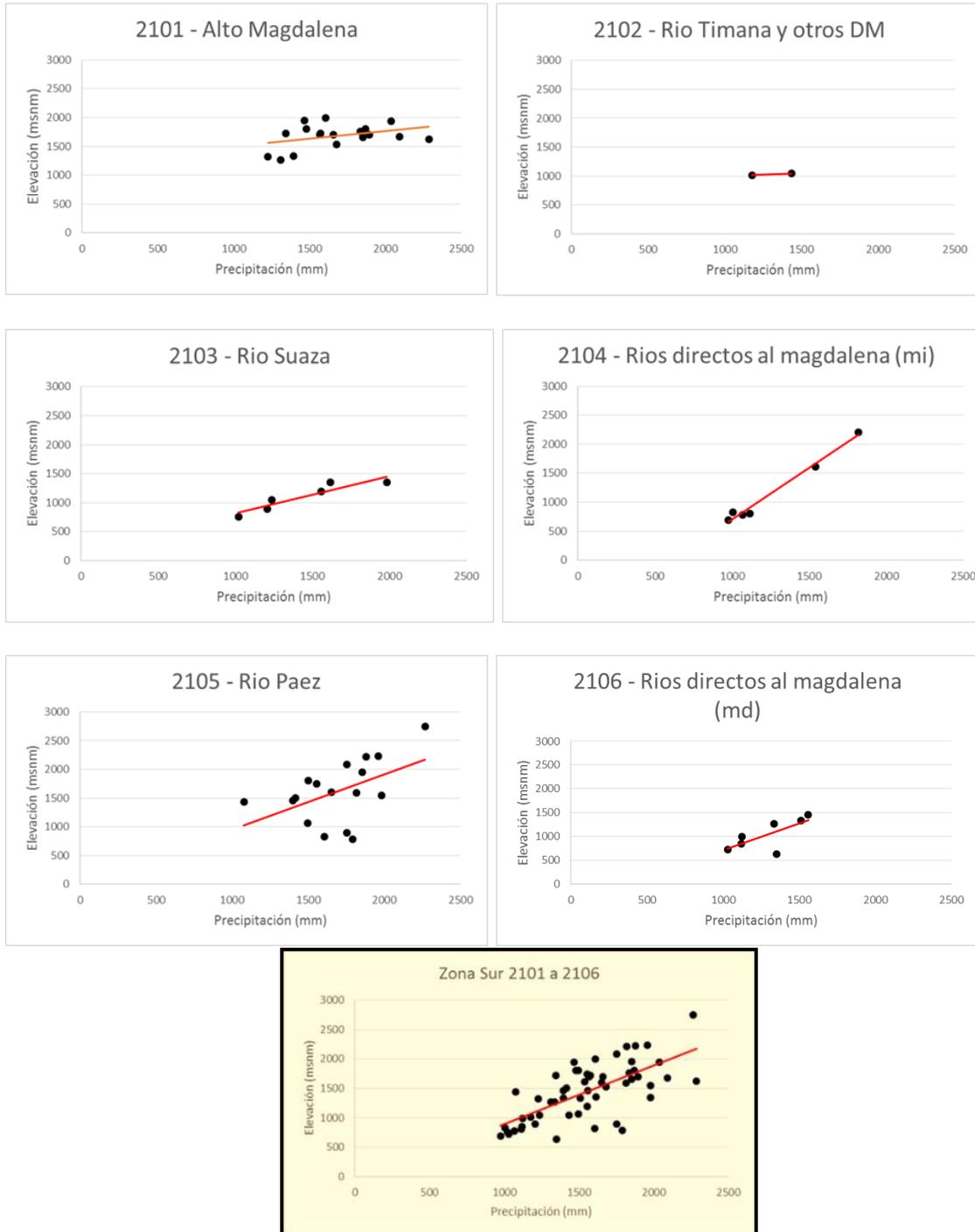
CODIGO	SUBZONA HIDROGRÁFICA	Área Total km <sup>2</sup>	Área Huila km <sup>2</sup>	No. Subcuencas
2101	Alto Magdalena	2514,45	2514,45	68
2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	375,49	375,49	14
2103	Río Suaza	1426,70	1426,70	30
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	1542,70	1542,70	70
2105	Río Páez	5196,59	2435,03	65
2106	Ríos directos Magdalena (md)	1144,89	1144,89	38
2108	Río Yaguará y Río Iquira	943,09	943,09	43
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	451,18	451,18	20
2110	Río Neiva	1067,53	1067,53	23
2111	Río Fortalecillas y otros	2172,26	2172,26	62
2112	Río Baché	1160,44	1160,44	46
2113	Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	1051,93	1051,93	44
2114	Río Cabrera	2799,24	2194,03	41
<b>Total</b>		<b>21846,48</b>	<b>18479,71</b>	<b>564</b>

### 1.2.3. Zonas climáticamente homogéneas en el Departamento del Huila

Para determinar las zonas climáticamente homogéneas en el departamento del Huila, se identificaron las estaciones meteorológicas de interés en la “Red pluviométrica” del IDEAM y las series de Precipitación anual multianual correspondientes al periodo de tiempo comprendido entre el año de 1970 a 2014; posteriormente se realizó una correlación entre la *Elevación (msnm) versus Precipitación (mm)* para cada una de las estaciones seleccionadas [11]. Los resultados obtenidos demuestran que el departamento del Huila se caracteriza por tener dos zonas climáticamente homogéneas, la Zona Climáticamente Homogénea Sur y la Zona Climáticamente Homogénea Norte, tal como se detalla a continuación:

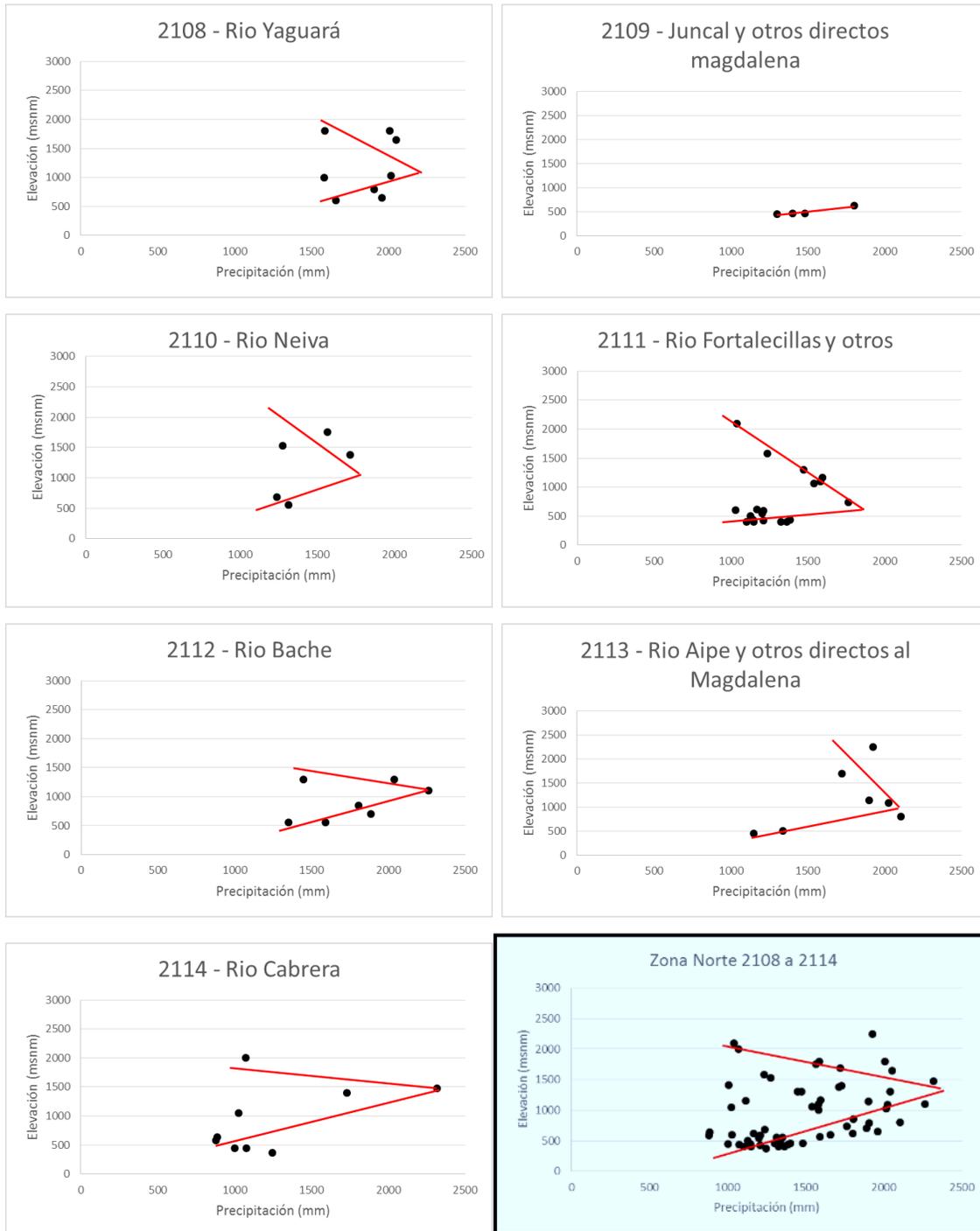
La Zona Climáticamente Homogénea Sur está conformada por las subzonas 2101 a 2106. De acuerdo con las gráficas anteriores, la precipitación es directamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar, es decir a mayor altura sobre el nivel del mar se presentará mayor precipitación.

### 1.2.3.1. Zona Climáticamente Homogénea Sur (Subzonas 2101 a 2106)



**Figura 3.** Gráficas de Elevación (msnm) vs Precipitación (mm) Zona Climáticamente Homogénea Sur.

### 1.2.3.2. Zona Climáticamente Homogénea Norte (Subzona 2108 a 2114)



**Figura 4.** Gráficas de Elevación (msnm) vs Precipitación (mm) Zona Climáticamente Homogénea Norte.

La Zona Climáticamente Homogénea Norte está conformada por las subzonas 2108 a 2114. Las gráficas anteriores muestran que en esta zona el comportamiento de la

precipitación en los sitios ubicados entre los 400 y los 1500 msnm es directamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar, es decir a mayor altura mayor precipitación; mientras que, en los sitios ubicados a una altura mayor a los 1500 msnm, la relación es inversamente proporcional, por tanto, a mayor altura menor precipitación.

#### 1.2.4. Fuentes y manejo de información para ERA Huila 2016

##### 1.2.4.1. Información y fuentes de información

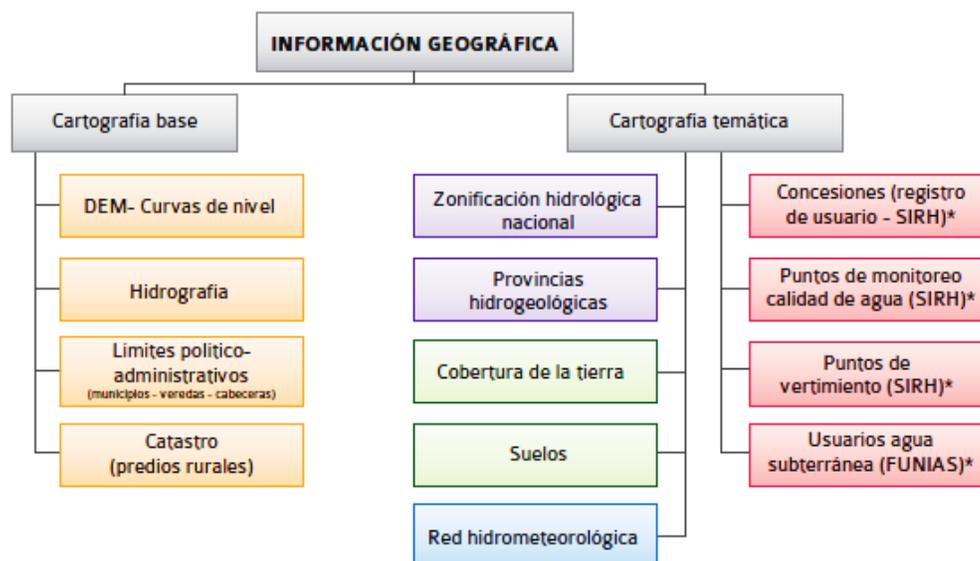
Para la ERA Huila 2016 se empleó información básica e información secundaria, principalmente, de fuentes externas de información, correspondientes al periodo de tiempo comprendido entre los años de 1970 a 2016.

A nivel regional se obtuvo información de los entes territoriales de la CAM, Gobernación del Huila y comités departamentales agropecuarios tales como el comité cafetero, arrocero y ganadero. A nivel nacional, se gestionó en el IGAC la consecución de los mapas oficiales de limitación departamental y municipal; del DANE se obtuvo información demográfica y poblacional, mientras que del IDEAM el mapa de zonificación hidrográfica y los datos históricos de todas las estaciones meteorológicas e hidrométricas dentro del departamento del Huila y zona de influencia (Ver Figura 5)



Figura 5. Fuentes de información ERA Huila 2016.

De acuerdo con el IDEAM [11] y como se puede observar en la Figura 6, para la generación de indicadores y la especialización de los demás componentes en las ERA se requiere información geográfica y alfanumérica básica, como curvas de nivel, redes hidrológicas, límites municipales, límites veredales, cobertura y/o uso del suelo, entre otros.



**Figura 6.** Requerimientos de información geográfica para la ERA. Fuente: (IDEAM, 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior se recopilaron diferentes tipos de información espacial, desde la cartografía base generada por el IGAC, archivos y datos espaciales propios de la CAM, hasta información tanto temporal como hidrometeorológica del IDEAM. En la Tabla 2 se presenta el resumen de la información espacial acopiada para la ERA Huila 2016.

**Tabla 2.** Información espacial ERA Huila 2016.

Información	Fuente	Formato	Escala de trabajo	Año de generación
Acuíferos y Provincias Hidrogeológicas	IDEAM	shp	1.200.000	2000
Bocatomas	CAM	shp	-	-
Cabeceras municipales	SIGOT-IGAC	shp	-	-
Cartografía Base (Vías, Curvas nivel, toponimia)	IGAC	mbd	25.000	2010
Centro Poblados	DANE	xls	-	2013
Cobertura Vegetal	CAM	Gdb	50.000	2010
Concesiones	CAM	xls	-	-
Drenajes	SIGOT-IGAC	shp	100.000	2002
Drenajes y Cuerpos de Agua	CAM	shp	25.000	2003
Drenajes y Cuerpos de Agua	IGAC	mbd	25.000	2010

Información	Fuente	Formato	Escala de trabajo	Año de generación
Estaciones Hidroclimatológicas	IDEAM	shp	-	-
Imágenes Spot	CAM	img	30 m	2010
Índice planchas nacionales	IGAC	shp	10.000	2010
Limite veredales	CAM	shp	25.000	-
Limites Administrativos (Departamento - Municipio)	IGAC	shp	25.000	2014
Limites Administrativos (Departamento - Municipio)	IGAC	shp	25.000	2015
Modelo Digital de Elevación DEM	ASTER GDEM	Tiff	30 m	2014
POT municipales	CAM	Acad, shp, mbd	-	-
Puntos Monitoreo	CAM	xls	-	-
Subzonas Hidrográficas	IDEAM	shp	500.000	2010
Usuarios de concesiones	CAM	xls	-	-
Vertimientos	CAM	shp	-	-
Zonificación Microcuencas	CAM	shp	25.000	2005

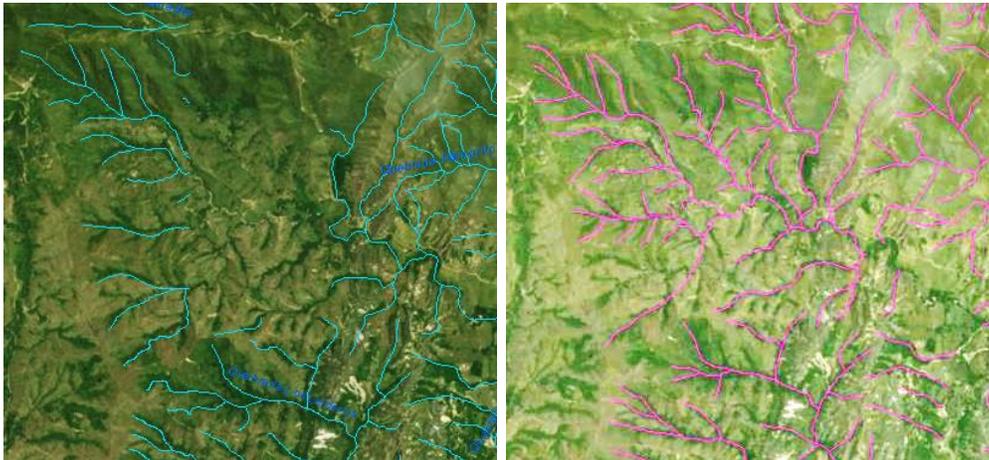
Toda la información recopilada fue procesada, estandarizada e incorporada a bases de datos que constituyen el insumo técnico necesario para el desarrollo de la ERA.

#### 1.2.4.2. Diseño y modelo de la Base de Datos Espaciales

Para conservar la utilidad, integridad y calidad de los datos espaciales dentro de los estándares requeridos en la metodología de la ERA y facilitar la alimentación masiva de la información geográfica y alfanumérica a las bases de datos de la CAM y al SIRH; se estructuró la Geodatabase teniendo en cuenta el Modelo de Datos recomendado por el IDEAM [11], el cual involucró, entre otras actividades, la depuración y estandarización de los datasets, features class (capas), atributos, tablas, rasters (imágenes), metadatos, relaciones espaciales y reglas topológicas. Se empleó el sistema de referencia MAGNA SIRGAS origen central y la aplicación ArcGIS Diagrammer 10.

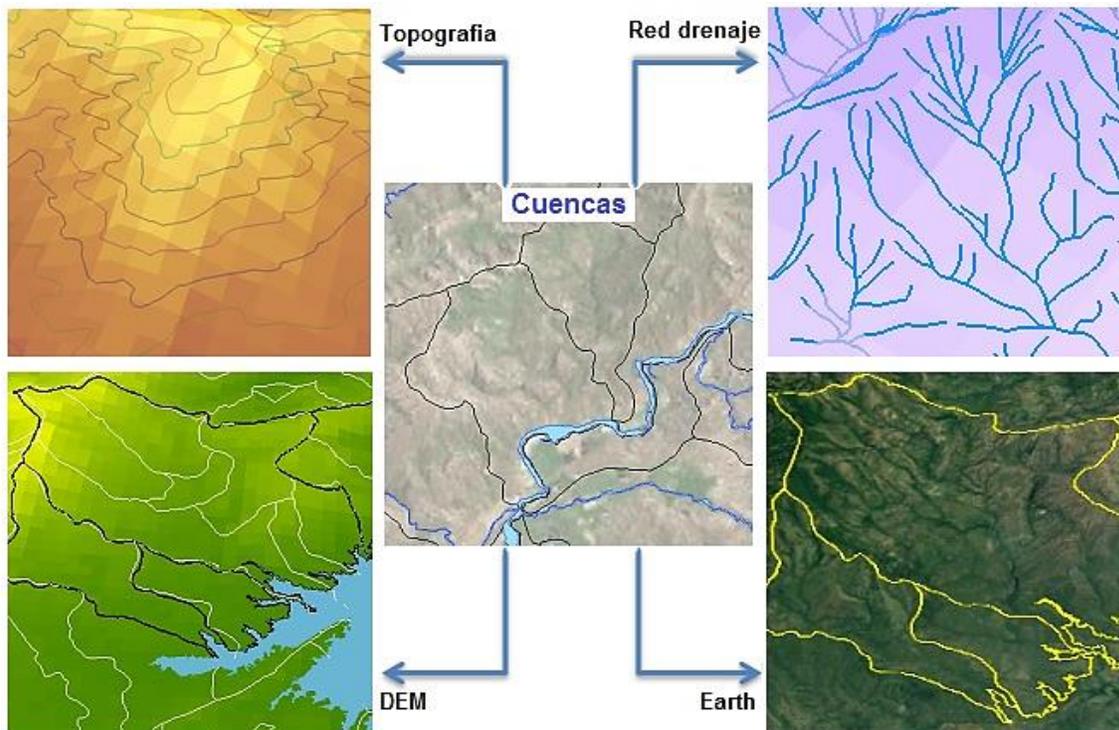
#### 1.2.4.3. Ajustes a la Información Geográfica

**Fuentes Hídricas.** Para mejorar la cartografía base de la red de drenaje se utilizó información geográfica de la CAM y del IGAC a escala 1:25.000 (*ver Figura 7*); algunos sectores contaron con el soporte de imágenes spot adquiridas por la corporación. Por otro lado, los errores gráficos de los drenajes se corrigieron empleando el inspector de errores topológicos y herramientas de geoprocesamiento.



**Figura 7.** Redes de drenaje de la CAM (Izquierda) y el IGAC (Derecha)

**Cuencas Hidrográficas.** La CAM realizó el estudio de cuencas hidrográficas en el año 2005 con Modelos Digitales de Elevación de terreno (DEM) que alcanzaban los 90 metros de resolución [3], a partir de los resultados de este estudio se llevó a cabo el ajuste gráfico con un DEM de 30 metros de resolución, información topográfica, datos de la red de drenaje a escala 1:25.000 y herramientas digitales de Google Earth (ver Figura 8).

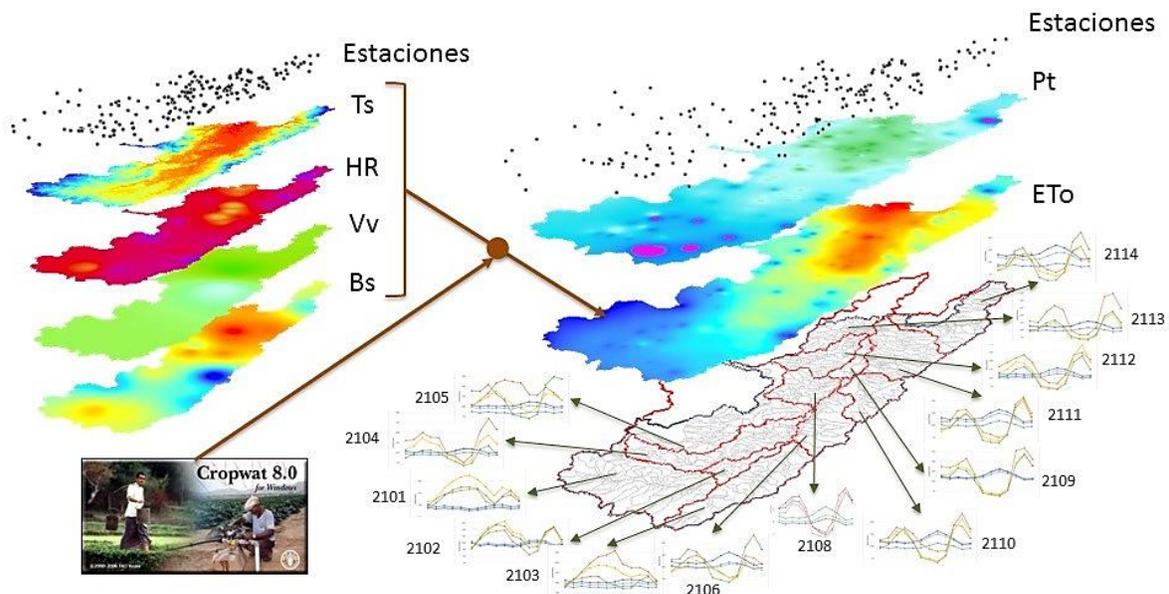


**Figura 8.** Insumos técnicos para el ajuste geográfico de los límites de las Cuencas hidrográficas del departamento del Huila.

### Manejo y Procesamiento de Datos Hidrometeorológicos

El proceso de estandarización y análisis numérico de los datos hidrometeorológicos para el desarrollo de la ERA Huila 2016 se llevó a cabo a través de la herramienta informática Macros de Microsoft Excel, usando el lenguaje de programación VBA - *Visual Basic for Applications*. Estos datos se obtuvieron de 223 estaciones de la Red hidrometeorológica del IDEAM en el departamento del Huila, 191 estaciones meteorológicas y 32 hidrológicas, con registros históricos correspondientes al periodo de tiempo comprendido entre los años de 1970 a 2014.

La Figura 9 ilustra el manejo y procesamiento de la información meteorológica para la estimación de la Evaporación Potencial –*ETo*– utilizando parámetros climáticos de temperatura (T), humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), brillo solar (BS) y precipitación (Pt); mediante el uso del software Cropwat 8.0 desarrollado por la FAO [6]; de igual manera, la figura muestra el balance hídrico superficial por subzonas hidrográficas.



**Figura 9.** Procesamiento de información meteorológica y representación del balance hídrico por Subzonas hidrográficas del departamento del Huila.



# CAPÍTULO 2

## *Evaluación de la* **OFERTA HÍDRICA** **superficial**

## 2.1. Marco conceptual

### 2.1.1. Conceptos básicos

Los procesos que se dan en la dinámica del Ciclo Hidrológico y su Balance Hídrico son el modelo básico para entender las características del régimen hidrológico, de la oferta hídrica superficial y su disponibilidad en unidades hidrográficas de análisis a nivel regional. La variación espacial y temporal de las variables básicas que representan las fases del ciclo da cuenta de la interacción del agua con los otros elementos del medio natural y de los efectos de acciones antrópicas que intervienen directamente en el agua y en otros elementos naturales, como el suelo y la cobertura vegetal y los diferentes ecosistemas [12].

### Procesos del ciclo del agua

El ciclo de agua representa el proceso permanente de movimiento o transferencia de masas de agua entre sus diferentes estados. Este sucede bajo la influencia de la radiación solar, la acción de la gravedad y la dinámica de la atmósfera, litósfera y biósfera. El agua precipitada que escurre a lo largo de las laderas puede ser interceptada por las formas del terreno, donde se evapora, se infiltra o se mueve en forma de flujo superficial. Los flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneo conforman la escorrentía que integra los caudales de los cauces de las corrientes, alimenta los diferentes almacenamientos y drena finalmente al mar. Otra fase del ciclo es la evaporación que no solo transfiere vapor de agua desde la superficie a la atmósfera, sino que favorece al mantener la superficie de la tierra más fría y la atmósfera más caliente. El ciclo hidrológico está gobernado por procesos naturales continuos pero irregulares en el espacio y en el tiempo. La acción del hombre altera estos procesos naturales, su dinámica espacial y temporal y en consecuencia el balance hídrico natural en las unidades hidrográficas que integran una región. Las diferentes fases del ciclo son el marco de referencia para el estudio del estado y del comportamiento del agua [11].

### Régimen hidrológico

El régimen hidrológico es el modelo predominante del flujo de aguas en un periodo de tiempo [19]. El comportamiento de los caudales sintetiza en gran medida el régimen hidrológico de una corriente hídrica como resultado de la interacción del medio natural y la dinámica de flujos de los procesos del ciclo hidrológico y sus interacciones [11]. Un régimen de caudales es natural cuando sus características, magnitud, frecuencia, estacionalidad, duración y tasas de cambio no están sensiblemente alteradas por la acción del hombre; por otro lado, un régimen de caudales es alterado cuando el hombre ha modificado el régimen natural mediante

regulación, sustracción y/o incorporación de caudales. También se incluyen en esta categoría las propuestas de regímenes ambientales o ecológicos [19].

### Balance hídrico

El balance hídrico es la base para cuantificar la oferta hídrica a partir del cálculo de entradas y salidas de flujo. En tal sentido, las variables más representativas del balance hídrico son la precipitación como variable de entrada y la escorrentía como variable síntesis de salida [11]. Este balance natural, sin mayores alteraciones o intervención antrópica está representado en la **Ecuación 1**

$$P - Esc_{total} - ETR \pm \Delta S \pm \Delta er = 0$$

**Ecuación 1**

Donde:

$P$	Precipitación (mm)
$Esc_{total}$	Escorrentía total (mm) (flujo superficial + flujo subterráneo)
$ETR$	Evapotranspiración real (mm) (evaporación + transpiración)
$\Delta S$	Almacenamiento
$\Delta er$	Término residual de discrepancia

Sin embargo, cuando las unidades de análisis corresponden con áreas hidrográficas reguladas o muy intervenidas para uso y aprovechamiento por parte de los diferentes sectores, la ecuación general para una unidad de tiempo determinada (anual o mensual) de balance hídrico estaría representada por la **Ecuación 2**:

$$P - ETR - Ex \pm R_t \pm T_r \pm \Delta S \pm \Delta er = Esc_{medida}$$

**Ecuación 2**

Donde:

$P$	Precipitación (mm)
$ETR$	Evapotranspiración real (mm) (evaporación + transpiración)
$Ex$	Sumatoria del volumen extraído expresado en mm (demanda)
$R_t$	Sumatoria del volumen de agua que retorna a la cuenca asociada a diferentes actividades, en el período considerado (mm)
$T_r$	Sumatoria de volumen de transvase (mm) hacia (+) o desde la cuenca (-)
$\Delta S$	Cambio de Almacenamiento (mm)
$\Delta er$	Término residual de discrepancia
$Esc_{medida}$	Escorrentía promedio a partir del caudal medido en la estación hidrométrica

**Precipitación – P:** Se conoce como aquel volumen de agua que cae por acción de la gravedad sobre la superficie terrestre en forma de lluvia, llovizna o granizo, procedentes de la condensación del vapor del agua, que dependen directamente de la presión atmosférica, temperatura y humedad atmosférica [11].

**Evapotranspiración real – ETR:** Se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo. La evapotranspiración real es uno de los componentes básicos de la ecuación del balance hídrico. Esta se obtiene aplicando ecuaciones de diferentes autores donde se interrelacionan variables como la precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial [11].

**Evapotranspiración del cultivo de referencia ( $ET_0$ ):** Es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas. El método FAO Penman-Monteith se recomienda como el único método de determinación de  $ET_0$  con parámetros climáticos [6].

**Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar ( $ET_c$ ):** Se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes [6].

**Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar ( $ET_{caj}$ ):** Se refiere a la evapotranspiración de cultivos que crecen bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes de las condiciones estándar. Bajo condiciones de campo, la evapotranspiración real del cultivo puede desviarse de  $ET_c$  debido a condiciones no óptimas como son la presencia de plagas y enfermedades, salinidad del suelo, baja fertilidad del suelo y limitación o exceso de agua. Esto puede resultar en un reducido crecimiento de las plantas, menor densidad de plantas y así reducir la tasa de evapotranspiración por debajo de los valores de  $ET_c$  [6].

**Escorrentía – Esc.:** Es el flujo superficial, definido como parte de la precipitación que por no infiltrarse o evaporarse fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos del agua. La escorrentía se expresa en milímetros de lámina mensual o anual. Se expresa mediante un proceso de conversión en rendimiento hídrico o caudales. El rendimiento hídrico es una manera de expresar la escorrentía por unidad de área, teniendo en cuenta el área aferente al sitio de observación [11].

**Oferta hídrica total superficial - OHTS:** Es el volumen de agua que sin infiltrarse o evaporarse, fluye por la superficie del suelo hasta concentrarse en los cauces de los ríos y/o en los cuerpos de agua lenticos, integrando los sistemas de drenaje superficial [11].

**Oferta hídrica disponible – OHTD:** Es el volumen de agua promedio que resulta de sustraer a la oferta hídrica total superficial (OHTS) el volumen de agua que garantizaría el uso para el funcionamiento de los ecosistemas y de los sistemas fluviales y -en alguna medida- un caudal mínimo para usuarios que dependen de las fuentes hídricas asociadas a estos ecosistemas (Caudal ambiental) [11].

**Oferta hídrica regional disponible -OHRD:** Es la oferta hídrica disponible (OHTD) mas los volúmenes de agua de caudales de retorno asociados a diferentes usos, incluye la suma o resta de caudales de trasvase que ingresen a la cuenca o salen de ella. Esta es la oferta que utiliza para el cálculo del índice de uso de agua [11].

**Oferta hídrica regional aprovechable - OHRA:** Es el volumen de agua que resulta de sustraer del volumen de agua promedio medido en la estación hidrométrica de referencia el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental [11].

**Año hidrológico medio:** Está definido por los caudales medios mensuales multianuales de la serie histórica de caudales medios [11].

**Año hidrológico húmedo:** Está definido por los caudales máximos de los medios mensuales multianuales de la serie de caudales medios mensuales [11].

**Año hidrológico seco:** Son los caudales mínimos mensuales de las series de caudales medios; los cuales se identifican con el año típico seco [11].

**Caudal de retorno:** El porcentaje del caudal extraído por los diferentes sectores usuarios que es devuelto a los cauces o cuerpo de agua en el período de tiempo considerado [11].

**Caudal ambiental:** Se define como “el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas” [20]

## 2.1.2. Indicadores del sistema hídrico

### Índice de aridez (IA)

El índice de aridez es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial [11]. Se determina mediante la

### Ecuación 3

$$IA = \frac{ETP - ETR}{ETP}$$

**Ecuación 3**

Donde:

*ETP* Evapotranspiración potencial (mm)  
*ETR* Evapotranspiración real (mm) (evaporación + transpiración)

Los rangos de valores de calificación para el IA se describen a continuación.

**Tabla 3.** Categorías del Índice de Aridez. Fuente: (IDEAM, 2013).

RANGO DE VALORES IA	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
< 0.15		Altos excedentes de agua
0.15 - 0.19		Excedentes de agua
0.20 - 0.29		Entre moderado y excedentes de agua
0.30 - 0.39		Moderado
0.40 - 0.49		Entre moderado y deficitario de agua
0.50 - 0.59		Deficitario de agua
> 0.60		Altamente deficitario de agua

### Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

El IRH mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. La capacidad de regulación de una cuenca está relacionada con las características de la cuenca: topografía, geología, suelos, vegetación y clima. La frecuencia de ocurrencia de los caudales diarios, expresadas en la curva de duración, sintetiza en gran medida esta interacción de factores [11].

El cálculo del indicador se realiza empleando la siguiente ecuación:

$$IRH = \frac{V_p}{V_t}$$

**Ecuación 4**

Donde:

$V_p$  Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios.  
 $V_t$  Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Los rangos de valores de calificación para el IRH se describen en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Categorías del Índice de Retención Hídrica. Fuente: (IDEAM, 2013).

RANGO DE VALORES IRH	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
> 0.85	MUY ALTO	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy alta
0.75 -0.85	ALTO	Capacidad de la cuenca para retener y regular alta
0.65 – 0.75	MEDIO	Capacidad de la cuenca para retener y regular media
0.50 – 0.65	BAJO	Capacidad de la cuenca para retener y regular baja
< 0.50	MUY BAJO	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy baja

## 2.2. Marco metodológico

Los procedimientos metodológicos para la evaluación y caracterización de la oferta hídrica superficial correspondientes a cuencas hidrográficas intervenidas y no intervenidas, y el cálculo del Índice de Aridez e Índice de Retención y Regulación Hidráulica, se realizaron de acuerdo a los lineamientos generados por el IDEAM (Ver Figura 10).



**Figura 10.** Procedimiento para la evaluación de la oferta hídrica superficial en las regiones. Fuente: (IDEAM, 2013).

Para los casos de las cuencas intervenidas, es decir aquellas a las que se les extrae un volumen de agua de manera permanente y constante debido a la presión de las diferentes actividades que se desarrollan en ella, se analizó la información teniendo en cuenta las condiciones del régimen natural y el inventario de entradas y salidas hasta el punto de interés hidrológico [11].

Por otro lado, debido a que los datos disponibles de caudales, asociados a la Red de Estaciones Meteorológicas del IDEAM y bases de datos de la CAM, correspondían a mediciones puntuales, se utilizaron métodos de interpolación para convertir los caudales en información distribuida, de tal manera que fuera posible determinar la oferta hídrica superficial en las cuencas de interés a partir de las isolíneas de escorrentía que cubren el área.

Respecto a la determinación de los componentes de las Ecuaciones del Balance Hídrico, **Ecuación 1** y **Ecuación 2**, se emplearon los diferentes métodos y técnicas sugeridos por el IDEAM [11]. Cabe resaltar que para la estimación de la Evapotranspiración Real se utilizó la ecuación de evapotranspiración de cultivo ajustada por estrés hídrico – coeficiente único del cultivo **Ecuación 5**, la cual se fundamenta en la teoría de evapotranspiración de los cultivos e incorpora tanto los tipos de cobertura vegetal como las condiciones climáticas en que estas se desarrollan [6].

$$ET_{c\ aj} = K_S K_C ET_0$$

**Ecuación 5**

Donde:

$ET_{c\ aj}$	Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no-estándar (mm día-1)
$K_S$	Coeficiente de estrés hídrico
$K_C$	Coeficiente del cultivo
$ET_0$	Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm día-1)

La Evapotranspiración del cultivo de referencia se calculó mediante la herramienta informática CROPWAT 8.0 desarrollada por la FAO [6].

## 2.3. Resultados

### 2.3.1. Oferta hídrica superficial en el departamento del Huila

En la Tabla 5, se presentan valores de oferta hídrica total superficial -OHTS, correspondiente a la escorrentía acumulada en cada una de las 13 subzonas hidrográficas -SZH, comprendidas por las 564 subcuencas que componen al departamento de Huila, expresado en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), estimado para el año hidrológico medio -AHM, año hidrológico seco -AHS, y año hidrológico

húmedo -AHH, entre los cuales se resalta los principales afluentes del río Magdalena que aportan significativamente a la oferta hídrica superficial del departamento del Huila, para año hidrológico medio: Río Páez (78.48 m<sup>3</sup>/s), Río Suaza (56.51 m<sup>3</sup>/s), Río Cabrera (55.72 m<sup>3</sup>/s), Río Bache (30.53 m<sup>3</sup>/s), Río Guarapas (22.8 m<sup>3</sup>/s), Río Aipe (19.48 m<sup>3</sup>/s), Río Yaguará (17.69 m<sup>3</sup>/s), Río Neiva (17.20 m<sup>3</sup>/s), Río Bordonos (14.97 m<sup>3</sup>/s), Río Villavieja (9.23 m<sup>3</sup>/s), Río Timaná (5.33 m<sup>3</sup>/s), Río Loro (3.71 m<sup>3</sup>/s) y Quebrada Sardinata (2.12 m<sup>3</sup>/s).

**Tabla 5. Oferta Hídrica Total Superficial por subzonas y subcuencas hidrográficas del departamento del Huila**

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHS OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHH OHTS (m <sup>3</sup> /s)	SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHS OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHH OHTS (m <sup>3</sup> /s)
2101	Alto Magdalena	119.03	26.170	297.26	23	Q. CHARGUAYACO	0.90	0.275	2.63
1	AD 40 MAGDALENA	0.23	0.031	0.58	24	Q. CRIOLLO	1.39	0.317	3.97
2	AD 41 MAGDALENA	0.11	0.017	0.29	25	Q. DEL BUEY	1.35	0.288	2.73
3	AD 42 MAGDALENA	0.84	0.187	2.24	26	Q. DOS CASCADAS	0.70	0.128	1.49
4	AD 43 MAGDALENA_bajo	0.19	0.040	0.51	27	Q. EL CAJON	0.71	0.089	1.83
5	AD 43 MAGDALENA_alto	1.26	0.226	2.72	28	Q. EL CEDRO	2.62	0.789	7.99
6	AD 44 MAGDALENA	0.11	0.019	0.25	29	Q. EL DESECHO	0.49	0.110	1.50
7	AD 45 MAGDALENA	1.05	0.141	2.63	30	Q. EL JABON	1.44	0.222	3.36
8	AD 46 MAGDALENA_bajo	0.05	0.005	0.13	31	Q. EL PALMAR	0.78	0.116	1.80
9	AD 46 MAGDALENA_alto	0.66	0.097	1.78	32	Q. EL PESCADO	1.33	0.187	3.24
10	AD 47 MAGDALENA	0.20	0.038	0.50	33	Q. EL PITAL	0.41	0.121	1.27
11	AD 48 MAGDALENA	0.29	0.062	0.69	34	Q. EL TIGRE	0.48	0.113	1.34
12	AD 49 MAGDALENA	2.04	0.402	5.01	35	Q. EL TIGRE_2	0.57	0.141	1.54
13	AD 50 MAGDALENA_bajo	0.16	0.015	0.45	36	Q. GALLINEROS	0.98	0.247	2.68
14	AD 50 MAGDALENA_alto	0.54	0.071	1.52	37	Q. LA CASPOSAL	0.39	0.115	1.12
15	AD 51 MAGDALENA	0.32	0.049	0.76	38	Q. LA CHIREALENA	0.36	0.087	1.03
16	AD 52 MAGDALENA	1.02	0.184	2.17	39	Q. LA CHORRERA	2.47	0.608	6.84
17	AD 53 MAGDALENA	0.30	0.064	0.91	40	Q. LA PERAL	2.06	0.233	5.52
18	AD 54 MAGDALENA	0.32	0.071	0.89	41	Q. LAS MINAS	0.54	0.101	1.15
19	AD 55 MAGDALENA	0.74	0.147	2.02	42	Q. MAJUAS	1.04	0.280	2.14
20	AD 56 MAGDALENA	0.27	0.034	0.77	43	Q. MATANZAS	2.85	0.808	7.94
21	Q. AGUABLANCA	0.24	0.069	0.63	44	Q. MAZAMORRAS	0.53	0.094	1.17
22	Q. BLANCA	1.53	0.244	3.54	45	Q. MORTINO	0.39	0.100	1.04
					46	Q. NEGRA	0.87	0.121	2.07
					47	Q. NEGRA_2	2.11	0.376	4.66

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
48	Q. NEGRA_3	3.50	0.857	9.78
49	Q. REGUEROS	1.56	0.409	4.59
50	Q. TABACAL	0.28	0.058	0.89
51	R. BALCEROS	3.34	0.829	7.89
52	R. BLANQUITO	2.86	0.593	6.75
53	R. BLANQUITO ALTO	2.15	0.485	4.88
54	R. CLAROS	1.98	0.457	4.54
55	R. GUACHICOS	8.05	2.043	24.42
56	R. GUARAPAS_bajo	22.80	6.273	67.42
57	R. GUARAPAS_alto	7.79	2.465	23.27
58	R. MAGDALENA NACIMIENTO	7.24	1.657	16.43
59	R. MAJUAS ALTO	6.39	1.639	13.51
60	R. MAJUAS BAJO	12.15	2.956	26.46
61	R. MAZAMORRAS	14.93	2.505	33.39
62	R. NARANJO	9.91	2.397	23.35
63	R. NEGRO	5.00	0.647	12.61
64	R. OSO	2.28	0.368	5.24
65	R. OSOGUAICO	4.50	0.574	11.62
66	R. OVEJERAS	2.89	0.658	6.50
67	R. QUINCHANA	5.73	1.236	13.82
68	R. SOMBRERILLOS	16.74	4.136	39.52
<b>2102</b>	<b>Río Timana y otros directos al Magdalena</b>	<b>9.53</b>	<b>4.098</b>	<b>27.97</b>
1	AD 57 MAGDALENA_alto	0.24	0.109	0.67
2	AD 57 MAGDALENA_bajo	1.04	0.453	2.74
3	AD 58 MAGDALENA_alto	0.12	0.056	0.36
4	AD 58 MAGDALENA_bajo	0.76	0.332	2.24
5	AD 60 MAGDALENA	1.42	0.459	4.63
6	Q. CALENTURAS	0.31	0.132	0.95
7	Q. DE TOBO	0.25	0.114	0.74
8	Q. LA CICANA	0.66	0.297	1.91
9	Q. LA TURBIA	0.80	0.367	2.32
10	Q. OLICUAL	0.68	0.330	1.82

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
11	Q. PIRAGUA	0.30	0.143	0.87
12	Q. SECA	0.17	0.078	0.49
13	R. TIMANA	5.33	2.462	15.30
14	Z. DEL PALO COLORADO	0.31	0.095	1.07
<b>2103</b>	<b>Río Suaza</b>	<b>56.51</b>	<b>16.856</b>	<b>141.49</b>
1	Q. AGUACABEZAS	1.50	0.381	3.95
2	Q. AGUACALIENTE	1.56	0.255	4.79
3	Q. ANAYACO	0.66	0.165	1.85
4	Q. CAGUANCITO	0.45	0.071	1.41
5	Q. CHORROSA	0.38	0.112	0.87
6	Q. DE MANTAGUA	0.82	0.259	1.98
7	Q. DE SATIA	0.68	0.193	1.76
8	Q. EL GUACHE	0.58	0.131	1.67
9	Q. EMAYA	2.21	0.675	5.16
10	Q. LA BERNARDA	0.23	0.061	0.59
11	Q. LA CASCAJOSA	2.51	0.927	5.77
12	Q. LA JACUE	1.96	0.466	5.46
13	Q. LA MARIMBA	1.23	0.366	3.33
14	Q. LA PERICA	0.73	0.239	1.50
15	Q. LA PESCADA	2.35	0.482	6.93
16	Q. LA VICIOSA	5.33	1.589	12.50
17	Q. LAS TUPIAS	0.71	0.203	1.82
18	Q. LOS ANGELES	0.29	0.103	0.72
19	Q. LOS ANGELES_2	1.34	0.332	3.67
20	Q. NEGRA	1.92	0.739	4.25
21	Q. PABUCHE	1.55	0.465	3.29
22	Q. PICUMITA	0.65	0.168	1.71
23	Q. POTRERILLOS	0.80	0.173	2.33
24	Q. QUISAYA	1.60	0.494	3.75
25	Q. SECA	0.23	0.084	0.54
26	Q. TIJINA	1.65	0.441	4.47
27	R. RIECITO	4.90	1.369	11.55

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
28	R. SUAZA_bajo	56.51	16.856	141.49
29	R. SUAZA_medio	42.76	12.919	106.16
30	R. SUAZA_alto	21.35	6.607	51.05
<b>2104</b>	<b>Rios Directos al Magdalena (mi)</b>	<b>44.70</b>	<b>15.350</b>	<b>132.70</b>
1	AD 23 MAGDALENA	0.61	0.216	1.70
2	AD 24 MAGDALENA	0.39	0.117	1.17
3	AD 25 MAGDALENA	0.26	0.071	0.72
4	AD 26 MAGDALENA	0.16	0.008	0.35
5	AD 27 MAGDALENA	0.02	0.003	0.04
6	AD 28 MAGDALENA	0.23	0.074	0.66
7	AD 29 MAGDALENA	0.03	0.009	0.07
8	AD 30 MAGDALENA	0.33	0.111	0.94
9	AD 31 MAGDALENA	0.17	0.051	0.49
10	AD 32 MAGDALENA	0.00	0.001	0.01
11	AD 33 MAGDALENA_bajo	0.23	0.103	0.57
12	AD 33 MAGDALENA_alto	0.46	0.208	1.15
13	AD 34 MAGDALENA	0.14	0.060	0.33
14	AD 35 MAGDALENA	0.02	0.008	0.04
15	AD 36 MAGDALENA	0.14	0.062	0.37
16	AD 37 MAGDALENA	0.10	0.046	0.27
17	AD 38 MAGDALENA	0.03	0.013	0.09
18	AD 39 MAGDALENA	0.56	0.220	1.56
19	EMBALSE EL QUIMBO	0.98	0.353	3.15
20	Q. BLANCA	0.31	0.105	0.94
21	Q. BUENAVISTA	1.94	0.576	5.92
22	Q. CAPARROSA	0.24	0.093	0.72
23	Q. CHIMBAYACO	0.57	0.192	1.78
24	Q. DE MINAS	0.88	0.343	2.92
25	Q. EL ALTILLO	0.38	0.101	1.07
26	Q. EL ASTILLERO	1.04	0.298	3.43
27	Q. EL CAIMITO	0.11	0.047	0.30

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
28	Q. EL CERRO	0.71	0.227	2.04
29	Q. EL CHUYACO	0.54	0.259	1.60
30	Q. EL CUZCO	0.26	0.085	0.72
31	Q. EL GUAYABITO	1.44	0.457	4.31
32	Q. EL GUAYABO	0.62	0.213	1.89
33	Q. EL HATO	0.90	0.401	2.75
34	Q. EL HIGADO	1.15	0.385	3.64
35	Q. EL PEDROSO	0.26	0.081	0.76
36	Q. ENJALMAS	0.39	0.120	1.09
37	Q. GRANATES	0.55	0.196	1.63
38	Q. LA ANGOSTURA	0.29	0.099	0.90
39	Q. LA CARAGUAJA	0.91	0.426	2.44
40	Q. LA CASCAJOSA	0.33	0.115	0.90
41	Q. LA CHORRERA	0.70	0.231	2.13
42	Q. LA COLORADA	0.20	0.087	0.54
43	Q. LA GALDA	0.29	0.086	0.81
44	Q. LA LINDOSA	0.34	0.135	1.12
45	Q. LA MOSCA	0.25	0.091	0.75
46	Q. LA RESFRIADERA	0.27	0.128	0.74
47	Q. LA RINCONENA	0.45	0.152	1.27
48	Q. LA TURBIA	1.26	0.357	3.93
49	Q. LAGUNILLA	2.83	0.920	8.32
50	Q. LAS MINAS	0.23	0.040	0.80
51	Q. LAS MINAS_2	3.30	1.082	9.59
52	Q. LAS MINAS_3	0.30	0.119	0.92
53	Q. LAS MINAS_4	0.31	0.085	0.94
54	Q. LAS OLLERAS	0.18	0.058	0.52
55	Q. LAS VIRGENES	0.88	0.305	2.67
56	Q. LOS ALTARES	0.31	0.091	1.05
57	Q. MAITUNA	2.37	0.935	7.58
58	Q. MATANZA	0.52	0.168	1.45
59	Q. NEGRA	0.85	0.314	2.61
60	Q. NEGRA_2	0.44	0.158	1.46

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
61	Q. OPORAPA	2.04	0.765	6.19
62	Q. PIEDRAS NEGRAS	0.16	0.046	0.46
63	Q. SECA	0.72	0.220	2.06
64	Q. SUCIA	0.19	0.083	0.55
65	Q. URAYACO	0.20	0.086	0.62
66	Q. YAGUILGA	5.67	1.942	17.37
67	R. BORDONES	14.97	5.002	44.07
68	R. GRANATES	8.93	2.910	26.45
69	Z. EL PALMO	0.46	0.155	1.29
70	ZANJON DE LA MOSCA	0.15	0.042	0.43
<b>2105</b>	<b>Río Páez</b>	<b>78.48</b>	<b>26.737</b>	<b>130.48</b>
1	AD 01 PAEZ	1.08	0.437	1.28
2	AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ	0.02	0.005	0.02
3	AD 02 PAEZ	0.13	0.061	0.15
4	AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ	0.10	0.031	0.13
5	AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ	0.73	0.196	1.14
6	AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ	0.07	0.023	0.11
7	AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ	0.48	0.146	0.71
8	AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ_bajo	0.54	0.167	0.72
9	AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ_alto	1.36	0.430	1.85
10	AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ	0.67	0.199	1.06
11	AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ	2.00	0.567	3.20
12	AD SIMBOLA 03	0.25	0.068	0.59
13	AD SIMBOLA 04	0.47	0.130	1.14
14	AD SIMBOLA 05	1.32	0.349	3.14
15	Q. AGUABLANCA	0.48	0.218	0.88
16	Q. AGUABONITA	0.44	0.175	0.85
17	Q. AGUABONITA_2	0.48	0.196	0.88
18	Q. AGUACATAL	0.42	0.179	0.50
19	Q. AGUANEGRA	1.18	0.484	2.35
20	Q. BARBILLAS	0.44	0.180	0.49
21	Q. CHILVANEJO	0.38	0.098	0.47

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
22	Q. DE CUEVAS	0.97	0.418	1.16
23	Q. DE GOLONDRINAS	0.21	0.060	0.30
24	Q. DE TOPA	0.69	0.289	0.85
25	Q. DEL PUEBLO	0.30	0.095	0.66
26	Q. EL CARMELO	0.81	0.432	0.81
27	Q. EL CONGRESO	0.42	0.145	0.85
28	Q. EL ESPINAL	0.81	0.183	1.06
29	Q. EL ESTORAQUE	0.15	0.047	0.21
30	Q. EL PESCADO	0.59	0.222	1.11
31	Q. EL PUEBLO	0.27	0.067	0.42
32	Q. EL SALADO	4.93	1.834	10.14
33	Q. EL SALERO	0.40	0.104	0.54
34	Q. GRANDE	3.69	0.641	5.24
35	Q. GUYUBITO	1.07	0.225	1.46
36	Q. LA AVERIA	0.82	0.187	1.19
37	Q. LA CANADA	1.20	0.316	1.56
38	Q. LA CANDELARIA	1.50	0.575	2.63
39	Q. LA CHORRERA	0.89	0.370	1.67
40	Q. LA ESMERALDA	0.34	0.145	0.66
41	Q. LA ESMERALDA_2	0.71	0.207	1.66
42	Q. LA FLORIDA	0.25	0.097	0.47
43	Q. LA LAJA	0.20	0.055	0.29
44	Q. LA MONA	0.94	0.353	1.70
45	Q. LA PLATA	1.87	0.685	3.59
46	Q. LA PRINGAMOSA	0.52	0.143	0.81
47	Q. LA SALADA	0.40	0.115	0.48
48	Q. LA VENTA	2.02	0.595	2.75
49	Q. LA ZAPATERA	0.39	0.165	0.46
50	Q. LAS AGUILAS	0.10	0.032	0.22
51	Q. LAS LAJAS	0.64	0.257	1.41
52	Q. LAS TOLDAS	0.15	0.053	0.30
53	Q. MOSCOPAN	4.86	1.994	9.35
54	Q. MOTILON	3.05	0.770	4.37

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
55	Q. PESCADOR	0.99	0.320	2.17
56	Q. RIECITO	3.54	1.296	6.77
57	Q. SAN ISIDRO	0.89	0.349	1.08
58	R. LA PLATA_bajo	42.93	17.173	77.71
59	R. LA PLATA_alto	37.26	14.663	71.37
60	R. LORO ALTO	1.78	0.647	3.36
61	R. LORO BAJO	13.56	4.806	26.64
62	R. NEGRO	13.33	3.800	20.96
63	R. PAEZ_bajo	78.48	26.737	130.48
64	R. PAEZ_alto	65.09	23.785	112.25
65	R. QUEBRADON	1.08	0.405	1.99
<b>2106</b>	<b>Rios directos Magdalena (md)</b>	<b>22.95</b>	<b>9.170</b>	<b>53.21</b>
1	AD 59 MAGDALENA	0.04	0.016	0.12
2	AD 61 MAGDALENA	0.09	0.014	0.21
3	AD 62 MAGDALENA_bajo	0.03	0.011	0.06
4	AD 62 MAGDALENA_alto	0.02	0.005	0.04
5	AD 63 MAGDALENA	0.01	0.006	0.03
6	AD 64 MAGDALENA	0.05	0.019	0.11
7	AD 66 MAGDALENA	0.05	0.012	0.10
8	AD 67 MAGDALENA	0.09	0.034	0.17
9	AD 68 MAGDALENA	0.03	0.015	0.06
10	AD 69 MAGDALENA	0.30	0.146	0.53
11	AD 70 MAGDALENA	0.19	0.098	0.33
12	AD 71 MAGDALENA	0.29	0.144	0.53
13	AD 72 MAGDALENA	0.09	0.035	0.19
14	AD 73 MAGDALENA	0.22	0.081	0.49
15	AD 74 MAGDALENA	0.00	0.001	0.00
16	AD 75 MAGDALENA_bajo	0.36	0.149	0.78
17	AD 75 MAGDALENA_alto	0.72	0.256	1.54
18	EMBALSE DE BETANIA	0.60	0.288	1.34
19	EMBALSE EL QUIMBO	0.65	0.272	1.29

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
20	Q. ALONSO SANCHEZ	0.75	0.319	1.43
21	Q. DE MAJO	1.06	0.124	3.34
22	Q. DEL OSO	0.69	0.318	1.27
23	Q. EL HOBITO	0.48	0.167	1.18
24	Q. EL HOBO	0.95	0.312	2.44
25	Q. EL PESCADOR	1.00	0.387	2.26
26	Q. EL ZAPALLO	0.29	0.118	0.63
27	Q. GARZON	1.89	0.705	6.06
28	Q. GUANDINOSA	2.70	1.204	5.77
29	Q. GUANDINOSITA	0.66	0.301	1.24
30	Q. GUASIMILLA	0.83	0.311	1.70
31	Q. HONDA	0.91	0.335	2.07
32	Q. HUERTO SECO	0.31	0.149	0.56
33	Q. JAGUALITO	0.47	0.191	0.91
34	Q. LAS DAMAS	1.53	0.727	4.76
35	Q. LAS VUELTAS	1.37	0.433	3.14
36	Q. VOLTEZUELA	0.50	0.196	0.97
37	R. EL PESCADO	0.85	0.441	1.58
38	R. LORO	3.71	1.707	7.46
<b>2108</b>	<b>Rio Yaguará</b>	<b>25.03</b>	<b>7.087</b>	<b>60.79</b>
1	AD 14 MAGDALENA	0.30	0.125	0.49
2	AD 15 MAGDALENA	0.02	0.008	0.03
3	AD 16 MAGDALENA	0.08	0.031	0.13
4	AD 17 MAGDALENA	0.28	0.018	0.48
5	AD 18 MAGDALENA	0.16	0.016	0.28
6	AD 19 MAGDALENA	1.49	0.302	2.44
7	AD 20 MAGDALENA	0.99	0.409	1.43
8	AD 21 MAGDALENA	0.01	0.004	0.01
9	AD 22 MAGDALENA	0.12	0.063	0.12
10	EMBALSE DE BETANIA	0.89	0.416	1.32
11	Q. AGUADULCE YAGUARA	0.14	0.049	0.25
12	Q. BEBERECIO	0.27	0.096	0.74

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
13	Q. CARAGUAJA	0.97	0.353	1.60
14	Q. CHICHAYACO	0.42	0.179	0.62
15	Q. DE JUANCHACO	0.49	0.197	1.20
16	Q. DEL MEDIO	0.36	0.129	0.56
17	Q. EL CACHIMBO	0.30	0.096	0.72
18	Q. EL CACHINGO	0.34	0.140	0.74
19	Q. EL CAPOTE	0.41	0.152	0.64
20	Q. EL CARBON	0.63	0.202	1.49
21	Q. EL DAVE	0.48	0.154	1.25
22	Q. EL GUAMAL	0.22	0.090	0.48
23	Q. EL TOTE	0.67	0.265	1.61
24	Q. GRANDE	0.47	0.160	1.20
25	Q. GUASIMALITO	0.20	0.071	0.48
26	Q. LA BUITRERA	0.40	0.143	0.54
27	Q. LA CANADA	0.62	0.267	1.46
28	Q. LA CAR	0.53	0.128	1.59
29	Q. LA COLORADA	0.54	0.170	1.31
30	Q. LA SALADA	0.72	0.239	1.99
31	Q. LA SARDINA-YAGUARA	0.30	0.124	0.40
32	Q. NAZARETH	0.75	0.249	2.13
33	Q. PAPAYALA	0.34	0.154	0.76
34	R. IQUIRA_ALTO	3.37	1.139	9.58
35	R. IQUIRA_BAJO	3.05	1.269	11.24
36	R. LA MARIA	0.85	0.184	2.69
37	R. MACURI	1.48	0.420	3.61
38	R. PACARNI	2.57	0.949	6.12
39	R. PEDERNAL_ALTO	3.09	0.866	8.86
40	R. PEDERNAL_BAJO	4.50	0.694	11.63
41	R. SAN FRANCISCO	1.89	0.674	5.19
42	R. YAGUARA_alto	12.09	3.813	34.21
43	R. YAGUARA_bajo	17.69	4.566	49.45
<b>2109</b>	<b>Juncal y otros Rios directos al Magdalena</b>	<b>11.83</b>	<b>3.449</b>	<b>28.04</b>

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
1	AD 04 MAGDALENA	0.01	0.003	0.02
2	AD 05 MAGDALENA	0.38	0.104	0.94
3	AD 06 MAGDALENA	0.14	0.037	0.34
4	AD 07 MAGDALENA	0.33	0.105	0.84
5	AD 08 MAGDALENA	0.41	0.128	1.06
6	AD 09 MAGDALENA	0.05	0.012	0.11
7	AD 10 MAGDALENA	0.21	0.035	0.50
8	AD 11 MAGDALENA	0.60	0.161	1.38
9	AD 12 MAGDALENA	0.37	0.122	0.83
10	AD 13 MAGDALENA	0.18	0.082	0.38
11	Q. ARENOSO_NEIVA	0.32	0.099	0.80
12	Q. BUSIRACO	0.88	0.278	2.19
13	Q. CUISINDE	1.22	0.358	2.97
14	Q. EL DINDAL	0.73	0.205	1.78
15	Q. EL PINAL	0.55	0.202	1.22
16	Q. GALLINAZO	1.14	0.280	2.70
17	Q. GUACIRCO	0.07	0.022	0.19
18	Q. LA BOBA	1.93	0.623	4.26
19	Q. LA SARDINATA	2.12	0.531	5.08
20	Q. PAPAGALLO	0.20	0.063	0.47
<b>2110</b>	<b>Rio Neiva</b>	<b>17.20</b>	<b>0.001</b>	<b>82.57</b>
1	Q. BEJUCAL	0.83	0.229	2.51
2	Q. CARAGUAJA	1.41	0.338	4.65
3	Q. EL ALBADAN	0.79	0.200	2.93
4	Q. EL GUADUAL	0.24	0.096	0.68
5	Q. EL QUEBRADON NORTE	0.90	0.332	3.34
6	Q. EL QUEBRADON SUR	1.43	0.316	5.13
7	Q. LA CIENAGA	2.61	0.117	10.98
8	Q. LA PERDIZ	0.83	0.254	3.03
9	Q. LAS DAMAS	0.53	0.145	1.86
10	Q. LAS TAPIAS	0.90	0.196	3.07

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
11	Q. LEJIA 1	0.66	0.210	2.49
12	Q. LEJIA 2	0.43	0.121	1.68
13	Q. LOS NEGROS	0.52	0.134	2.04
14	Q. OTAS	0.49	0.177	1.44
15	Q. RIVERA	0.55	0.098	1.89
16	Q. SANTA LUCIA	0.51	0.129	1.63
17	Q. SARDINATA	2.24	0.494	7.12
18	R. BLANCO	7.02	1.704	23.35
19	R. BLANCO ALTO	1.63	0.396	5.60
20	R. FRIO CAMPOALEGRE	1.03	0.085	4.85
21	R. NEIVA_ALTO	5.75	1.854	21.06
22	R. NEIVA_BAJO	17.20	0.001	82.57
23	R. NEIVA_MEDIO	15.05	4.315	51.67
<b>2111</b>	<b>Rio Fortalecillas y otros</b>	<b>45.37</b>	<b>8.844</b>	<b>99.30</b>
1	AD 76 MAGDALENA	0.65	0.137	1.50
2	AD 77 MAGDALENA	0.92	0.138	2.31
3	AD 78 MAGDALENA	0.61	0.144	1.33
4	AD 79 MAGDALENA	0.26	0.057	0.55
5	AD 80 MAGDALENA	0.30	0.059	0.66
6	AD 81 MAGDALENA	0.22	0.044	0.39
7	AD 82 MAGDALENA	0.08	0.012	0.16
8	AD 83 MAGDALENA	0.16	0.029	0.29
9	AD 84 MAGDALENA	0.07	0.010	0.14
10	AD 85 MAGDALENA	0.22	0.037	0.35
11	AD 86 MAGDALENA	0.18	0.030	0.35
12	AD 87 MAGDALENA	0.04	0.001	0.08
13	AD 88 MAGDALENA	0.43	0.015	0.68
14	AD 89 MAGDALENA	0.61	0.044	1.18
15	AD 90 MAGDALENA	0.03	0.043	0.08
16	AD 91 MAGDALENA	0.66	0.005	1.42
17	Q. AHUYAMALES	0.22	0.069	0.49
18	Q. ARENOSO_NR	2.06	0.400	5.47

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
19	Q. ARENOSO_TB	0.51	0.098	1.02
20	Q. BATEAS	1.84	0.222	4.19
21	Q. EL ACEITE	0.83	0.133	1.55
22	Q. EL CAIMAN	0.35	0.084	0.58
23	Q. EL CANDADO	0.35	0.099	0.77
24	Q. EL COLEGIO	0.42	0.137	0.93
25	Q. EL MADRONO	0.24	0.070	0.51
26	Q. EL MICO	1.05	0.327	2.08
27	Q. EL NEME	0.27	0.088	0.57
28	Q. EL OLIVO	0.35	0.097	0.52
29	Q. EL TIGRE	0.48	0.083	1.01
30	Q. EL VENADO	0.67	0.189	1.38
31	Q. JAGUAL	0.29	0.077	0.67
32	Q. JUNTAS	0.74	0.211	1.34
33	Q. LA ARENOSA TELLO	0.56	0.089	0.91
34	Q. LA ARENOSA VVIEJA BAJO	0.64	0.044	0.95
35	Q. LA HONDA BARAYA	0.45	0.139	0.69
36	Q. LA HONDA RIVERA	0.88	0.141	2.96
37	Q. LA JAGUA	0.90	0.245	1.41
38	Q. LA NUTRIA	1.25	0.391	1.97
39	Q. LA PLATA	0.30	0.127	0.80
40	Q. LA SUCIA	0.22	0.030	0.45
41	Q. LA TAFURA	1.33	0.285	2.79
42	Q. LA URRACA	0.36	0.107	0.74
43	Q. LA VENTA	0.21	0.022	0.31
44	Q. LAS LAJAS	3.97	0.859	6.54
45	Q. MANO DE LEON	0.53	0.101	0.59
46	Q. MEDINA	0.56	0.002	2.12
47	Q. MOTILON	0.62	0.263	1.72
48	Q. ROMERO	0.47	0.099	0.95
49	Q. SALTAREN	0.61	0.122	0.88
50	Q. TATACOA	2.02	0.193	2.83
51	Q. LEMAYA	0.48	0.118	0.84

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
52	R. FORTALECILLAS	7.53	1.409	17.62
53	R. FRIO RIVERA	0.69	0.005	3.92
54	R. GUAROCO	5.30	1.197	8.58
55	R. LAS CEIBAS_Alto	4.96	2.036	13.04
56	R. LAS CEIBAS_Bajo	6.54	2.197	16.74
57	R. LORO	1.91	0.587	3.90
58	R. NEGRO	0.77	0.226	1.98
59	R. PALESTINA	0.74	0.248	1.59
60	R. SAN ANTONIO	1.48	0.478	3.17
61	R. SAN BARTOLO	1.31	0.493	3.58
62	R. VILLAVIEJA	9.23	1.458	17.84
<b>2112</b>	<b>Rio Bache</b>	<b>30.53</b>	<b>8.713</b>	<b>84.89</b>
1	Q. AGUADULCE NEIVA	0.19	0.062	0.48
2	Q. AMBORCO	0.33	0.129	0.86
3	Q. CASTANAL	0.21	0.057	0.66
4	Q. CHIMBORAZO	0.16	0.070	0.38
5	Q. EL AGUILA	0.12	0.045	0.32
6	Q. EL ALBADAN_STA_MARIA	0.31	0.112	0.83
7	Q. EL ARRAYAN	0.38	0.074	1.23
8	Q. EL CEDRAL	0.43	0.157	1.11
9	Q. EL CHIFLON	0.45	0.103	1.13
10	Q. EL FRAILE	0.73	0.214	2.10
11	Q. EL IGUA	0.56	0.211	1.37
12	Q. EL NILO	1.33	0.303	3.59
13	Q. EL OSO	0.65	0.239	1.74
14	Q. EL PALMAR	0.84	0.224	2.06
15	Q. EL POTRERO	1.08	0.248	2.95
16	Q. EL RINCON	0.40	0.155	0.98
17	Q. FALDIQUERA	0.88	0.295	2.10
18	Q. GUAYABA	0.36	0.119	0.89
19	Q. LA CRUZADA	0.12	0.044	0.31
20	Q. LA ESPERANZA	0.19	0.070	0.47

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
21	Q. LA GUADUALOSA	0.23	0.085	0.57
22	Q. LA GUAGUA	1.02	0.300	2.57
23	Q. LA PIZARRA	0.27	0.095	0.68
24	Q. LA RAYA	0.26	0.066	0.78
25	Q. LA REMUDA	0.97	0.297	2.50
26	Q. LA SOLEDAD	0.25	0.095	0.69
27	Q. LA URRIAGA	0.36	0.109	0.88
28	Q. LAS MORAS	1.16	0.431	2.79
29	Q. MANILA	0.14	0.054	0.41
30	Q. MERCADERES	0.08	0.023	0.22
31	Q. PENAS BLANCAS	0.22	0.077	0.60
32	Q. SAN BENITO	0.12	0.043	0.33
33	Q. SAN FRANCISCO_NEIVA A	0.42	0.110	1.14
34	Q. SAN JERONIMO	0.61	0.234	1.64
35	Q. SAN JUAN	0.49	0.136	1.26
36	Q. SAN MIGUEL	1.05	0.438	2.62
37	Q. SANTA LUCIA	0.09	0.036	0.22
38	Q. SANTA MARIA	0.54	0.161	1.24
39	Q. VENTANAS	0.60	0.154	1.69
40	R. BACHE_ALTO	8.46	3.307	22.33
41	R. BACHE_BAJO	30.53	8.713	84.89
42	R. BACHECITO	0.50	0.205	1.40
43	R. EL CARMEN	2.46	0.938	6.73
44	R. TUNE_ALTO	4.86	0.925	13.32
45	R. TUNE_BAJO	5.45	1.701	14.50
46	R. YAYA	6.00	1.682	16.03
<b>2113</b>	<b>Rio Aipe, Rio Chenche y otros directos al Magdalena</b>	<b>29.07</b>	<b>5.391</b>	<b>74.32</b>
1	AD 01 PATA	0.31	0.000	1.02
2	AD 02 MAGDALENA	0.64	0.127	1.79
3	AD 02 PATA	0.13	0.027	0.35
4	AD 03 MAGDALENA	0.52	0.117	1.05

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
5	AD 03 PATA	0.10	0.005	0.33
6	AD 04 PATA	0.02	0.004	0.05
7	AD 05 PATA	0.15	0.034	0.36
8	AD 06 PATA	0.01	0.002	0.02
9	AD 07 PATA	0.20	0.042	0.48
10	AD 08 PATA	0.09	0.017	0.23
11	AD 09 PATA	0.49	0.101	1.27
12	Q. AGUACHE	0.95	0.294	2.31
13	Q. AGUADULCE AIPE	0.13	0.030	0.33
14	Q. AIPECITO	1.63	0.495	4.10
15	Q. ARENOSO_AIPE	0.36	0.098	0.60
16	Q. BAMBUCA	2.10	0.486	5.29
17	Q. BUENAVAQUERA	0.51	0.118	1.19
18	Q. BUENOS AIRES	0.65	0.149	1.57
19	Q. CARBONERA	0.08	0.020	0.20
20	Q. EL CHOCHO	0.16	0.041	0.41
21	Q. EL CONEJO-NEIVA	0.32	0.083	0.75
22	Q. EL TAMBO	0.17	0.044	0.41
23	Q. GUAYABERO	0.60	0.140	1.54
24	Q. GUAYOCO	0.25	0.053	0.68
25	Q. JERONIMO	0.70	0.186	1.71
26	Q. LA PUERTA	0.40	0.096	1.01
27	Q. LA SARDINA-NEIVA	0.27	0.069	0.69
28	Q. LA TAMBILLA	0.40	0.092	1.00
29	Q. LAS PAVAS	1.95	0.465	4.68
30	Q. LOS NARANJOS-AIPE	0.36	0.082	0.89
31	Q. LOS ORGANOS	1.28	0.346	2.98
32	Q. MANGAS	1.34	0.381	3.38
33	Q. MIEL DE ABEJAS	0.25	0.061	0.67
34	Q. MUCHUBI	1.56	0.360	3.02
35	Q. PENALISA	0.38	0.073	0.94
36	Q. PIPILICUA	0.42	0.102	1.04
37	Q. SAN FRANCISCO_AIPE	1.86	0.498	4.34

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m³/s)	AHS OHTS (m³/s)	AHH OHTS (m³/s)
38	Q. TAMBILLA	0.46	0.114	1.18
39	Q. TINAIL	0.19	0.045	0.50
40	Q. UCAUCA	0.33	0.074	0.89
41	Q. YEGUERA	0.38	0.085	1.00
42	Q. SAN GIL	0.18	0.042	0.45
43	R. AIPE	19.48	3.300	50.40
44	R. CACHICHI	6.66	1.780	16.12
<b>2114</b>	<b>Rio Cabrera</b>	<b>55.72</b>	<b>7.169</b>	<b>177.04</b>
1	AD 01 CABRERA	0.07	0.000	0.19
2	AD 02 CABRERA	0.33	0.074	1.02
3	AD 03 CABRERA	0.56	0.152	1.52
4	AD 04 CABRERA	0.16	0.056	0.43
5	AD 05 CABRERA	0.19	0.038	0.65
6	AD 06 CABRERA	8.18	1.351	26.55
7	Q. ARIARI	4.33	0.746	14.21
8	Q. EL CONEJO-COLOMBIA	0.49	0.096	1.47
9	Q. EL HACHE	1.56	0.144	6.46
10	Q. EL SOCORRO	0.19	0.035	0.52
11	Q. LA ARENOSA	0.63	0.120	1.57
12	Q. LA CIENAGA	1.68	0.257	5.58
13	Q. LA DANTA	0.77	0.096	2.51
14	Q. LA DANTA_2	1.03	0.194	3.17
15	Q. LA GRITERIA	1.51	0.233	5.03
16	Q. LA GUTIERREZ	1.13	0.129	3.72
17	Q. LA LEJIA	1.62	0.222	5.53
18	Q. LA LEJIOSA	0.53	0.133	1.22
19	Q. LA MONTANA	0.31	0.065	0.86
20	Q. LA NEGRA	0.74	0.099	2.50
21	Q. LA NEGRA_2	1.87	0.336	6.04
22	Q. LOS CHORROS	0.28	0.035	0.84
23	Q. LOS NARANJOS-COLOMBIA	0.42	0.130	1.12
24	Q. MALA GANA	0.23	0.029	0.71

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHS OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHH OHTS (m <sup>3</sup> /s)
25	Q. OCORCO	0.10	0.007	0.33
26	Q. PALMICHAL	0.08	0.010	0.27
27	Q. PRINGAMOSAL	0.15	0.018	0.42
28	Q. PURGATORIO	0.87	0.214	2.02
29	Q. RASPACANILLAS	1.23	0.288	3.25
30	Q. SAN ROQUE	0.83	0.181	2.30
31	R. AMBICA	11.43	2.352	30.67
32	R. BLANCO	1.69	0.291	5.04
33	R. BLANCO- BARAYA	2.08	0.326	6.81

SZH -ID-	SUBCUENCA	AHM OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHS OHTS (m <sup>3</sup> /s)	AHH OHTS (m <sup>3</sup> /s)
34	R. CABRERA_ALTO	53.50	6.956	169.88
35	R. CABRERA_BAJO	55.72	7.169	177.04
36	R. LA CUEVA ALTO	0.94	0.159	2.89
37	R. LA CUEVA BAJO	1.53	0.282	4.44
38	R. NEGRO	1.35	0.208	4.34
39	R. RIACHON	4.52	0.761	14.55
40	R. VENADITO	3.08	0.400	10.11
41	R. VENADO	10.71	1.588	34.03

## 2.3.2. Indicadores del sistema hídrico natural

### 2.3.2.1. Índice de Aridez

En términos generales, el departamento del Huila para el escenario de año hidrológico seco presenta un índice de aridez altamente deficitario de agua, aunque se observan algunas zonas con una condición entre moderado y deficitario, otras con excedentes de agua, el escenario es crítico y se caracteriza por la escasez del recurso hídrico que puede llegar a afectar el desarrollo de las diferentes actividades productivas de la región.

La situación cambia un poco para el año hidrológico medio, se observa un escenario en el que prevalece la condición entre moderado y deficitario de agua en la zona norte (Subzona 2108 a 2114) y algunas áreas de la zona sur del departamento (Subzona 2106 y parcialmente las subzonas 2103 a la 2105); pocos sectores se destacan por presentar la categoría de moderado o con excedentes de agua.

Finalmente, para el escenario de año hidrológico húmedo el contexto es favorable, presenta estados entre moderado y altos excedentes de agua. Es importante resaltar la relación directa entre el índice de aridez y las zonas de mayor Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>), las cuales mejoran en el año hidrológico húmedo la situación crítica característica de los años hidrológicos seco y medio; esta tendencia podría estar relacionada con la cobertura vegetal de las zonas.

En la siguiente figura se puede detallar la categorización del índice de aridez en el departamento del Huila para cada uno de los escenarios descritos anteriormente.

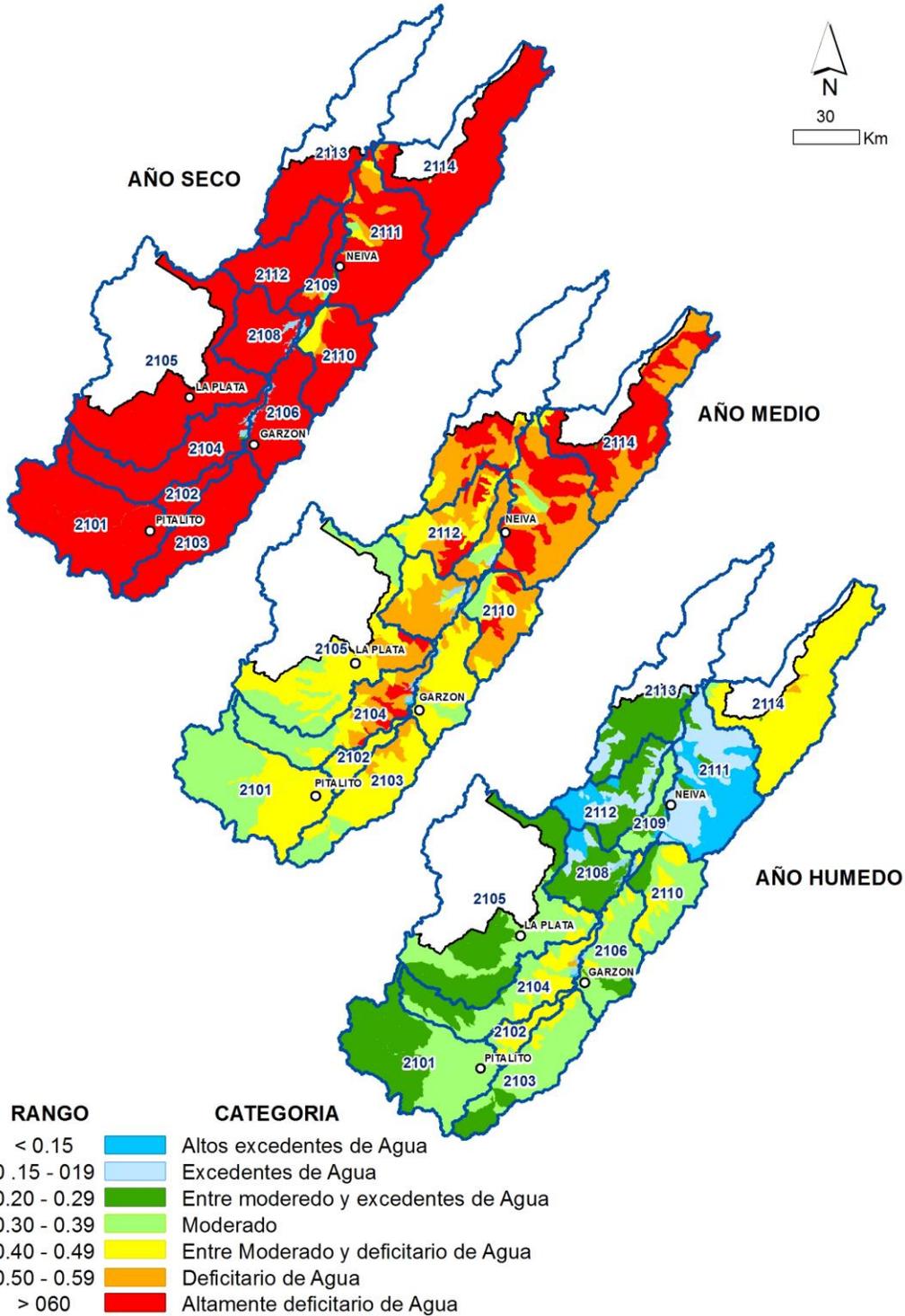


Figura 11. Mapa regional del Índice de Aridez para los años hidrológicos medio, seco y húmedo.

### 2101 - Alto Magdalena

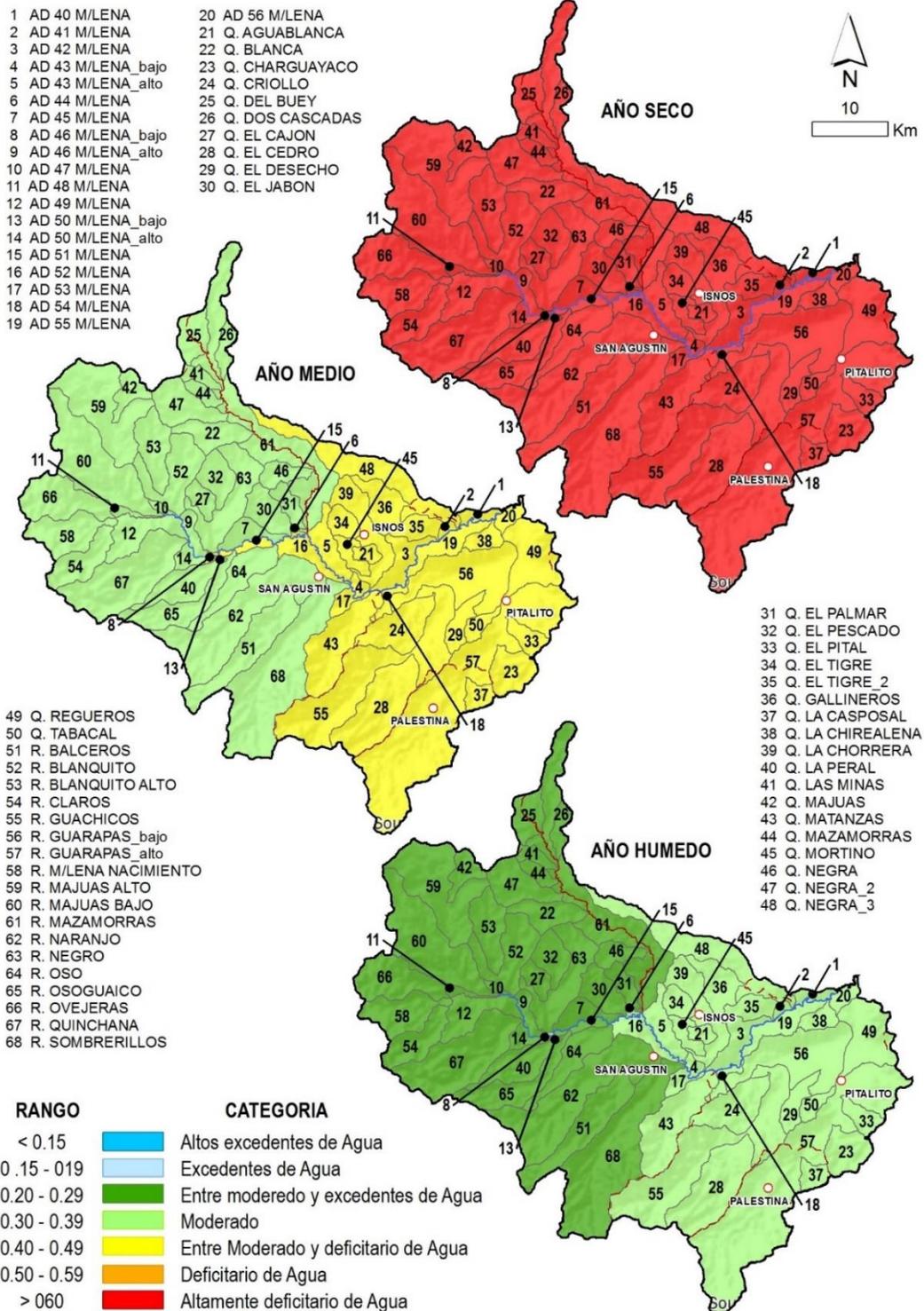
La condición crítica se presenta para el año hidrológico seco, en el cual la subzona es categorizada como altamente deficitaria de agua. En el año hidrológico medio la mayoría de subcuencas aledañas a los cascos urbanos de los municipios de Pitalito, Isnos, Palestina y San Agustín presentan un índice de aridez entre moderado y deficitario de agua, cubriendo un área mayor al 40% de la subzona; en estas subcuencas las coberturas boscosas son escasas, prevalece la cobertura vegetal de pastos y cultivos de café, por otro lado, las demás subcuencas evidencian una condición moderada. Para el año hidrológico húmedo la situación mejora, las subcuencas aledañas a los cascos urbanos alcanzan un índice de aridez moderado en tanto que el del resto de la subzona se califica en la categoría entre moderado y excedentes de agua (*Ver Figura 12*).

### 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena

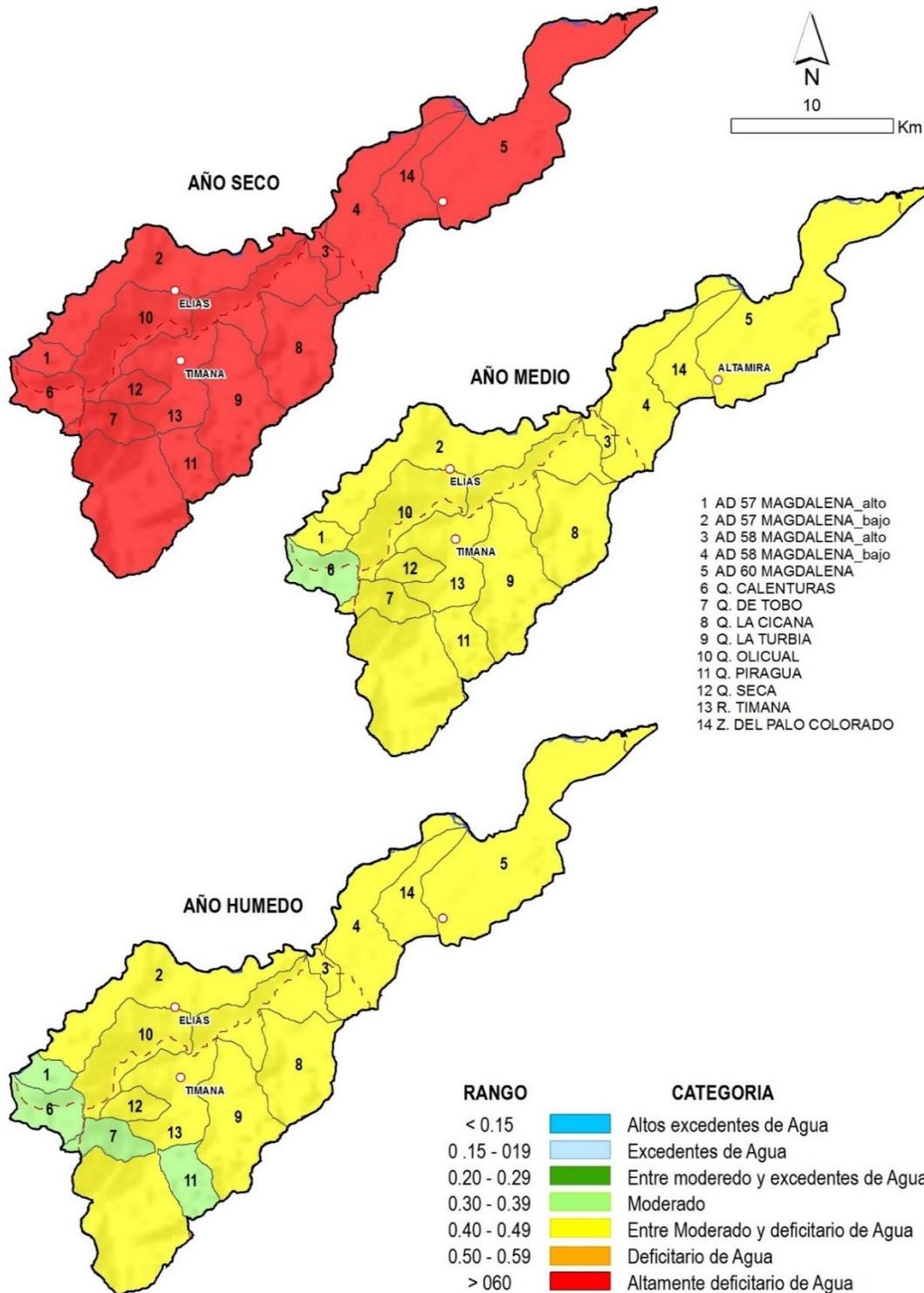
El IA se categoriza entre moderado y deficitario de agua para los años hidrológicos medio y húmedo; respecto al año hidrológico seco corresponde la condición de altamente deficitario de agua. De acuerdo a la cobertura vegetal, la subzona presenta una alta explotación agrícola, prevalece las coberturas vegetales de pastos y cultivos de café (*Ver Figura 13*)

### 2103 - Río Suaza

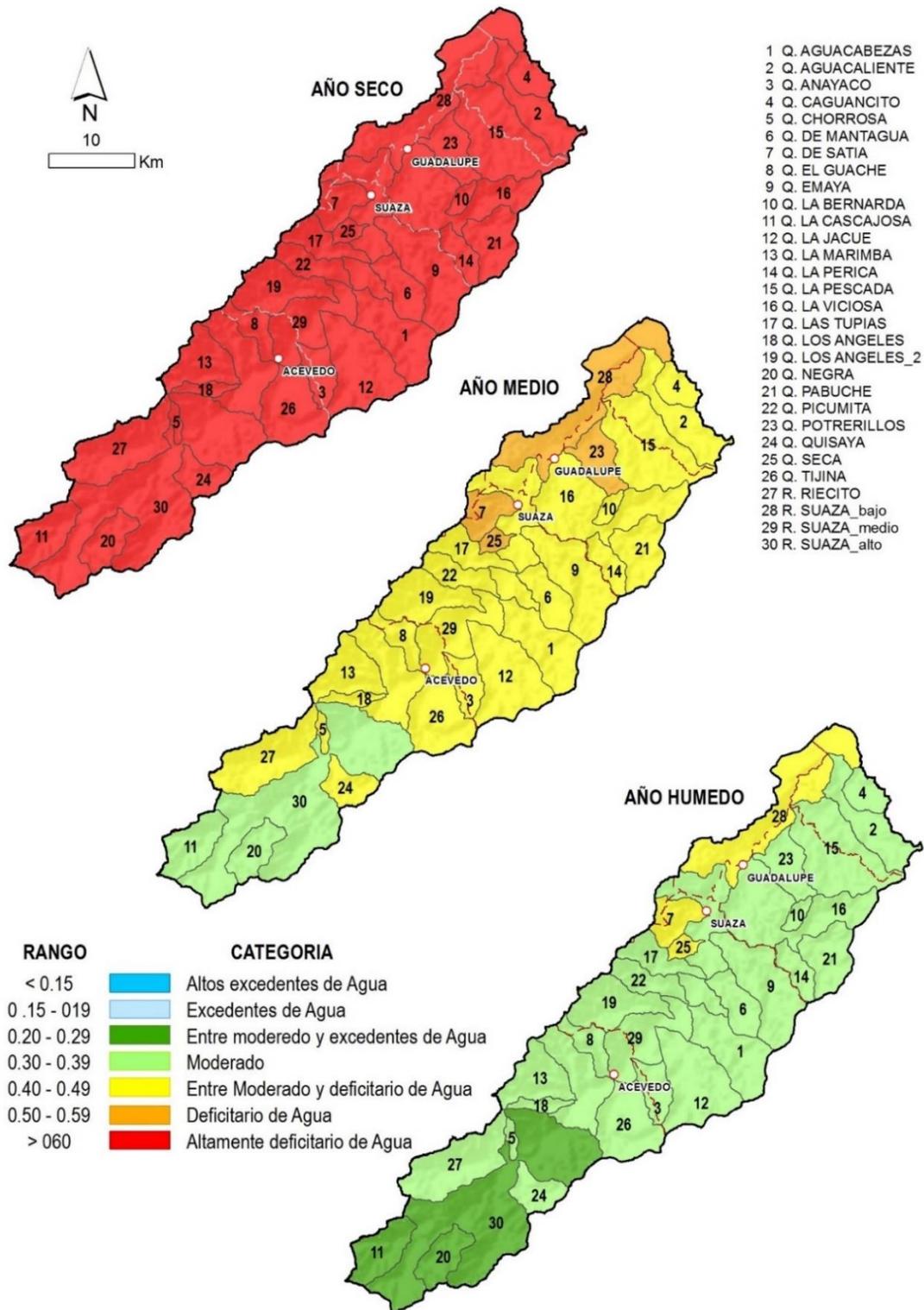
En esta subzona hidrográfica el comportamiento del IA para el año hidrológico medio es el siguiente: cuatro subcuencas, Qda. Seca, Qda. Satía, Qda. Potrerillos y Río Suaza Bajo, se categorizan con índice de aridez deficitario de agua; tres subcuencas de la parte alta, correspondientes a la Qda. La Cascajosa, Qda. Negra y Río Suaza Alto, se categorizan con índice de aridez moderado; en tanto que el resto de las subcuencas se asocian a un índice de aridez entre moderado y deficitario de agua. Para el año hidrológico húmedo el comportamiento mejora en las áreas descritas anteriormente, presentando índices de aridez moderado, entre moderado y deficitario de agua, entre moderado y excedentes de agua. En cuanto al año hidrológico seco, el índice de aridez es categorizado como altamente deficitario de agua; cabe resaltar que en la subzona sobresalen las coberturas vegetales de pastos y cultivos de café (*Ver Figura 14*).



**Figura 12.** Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 13.** Mapas de Índice de Aridez de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 14.** Mapas de Índice de Aridez de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

### 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi)

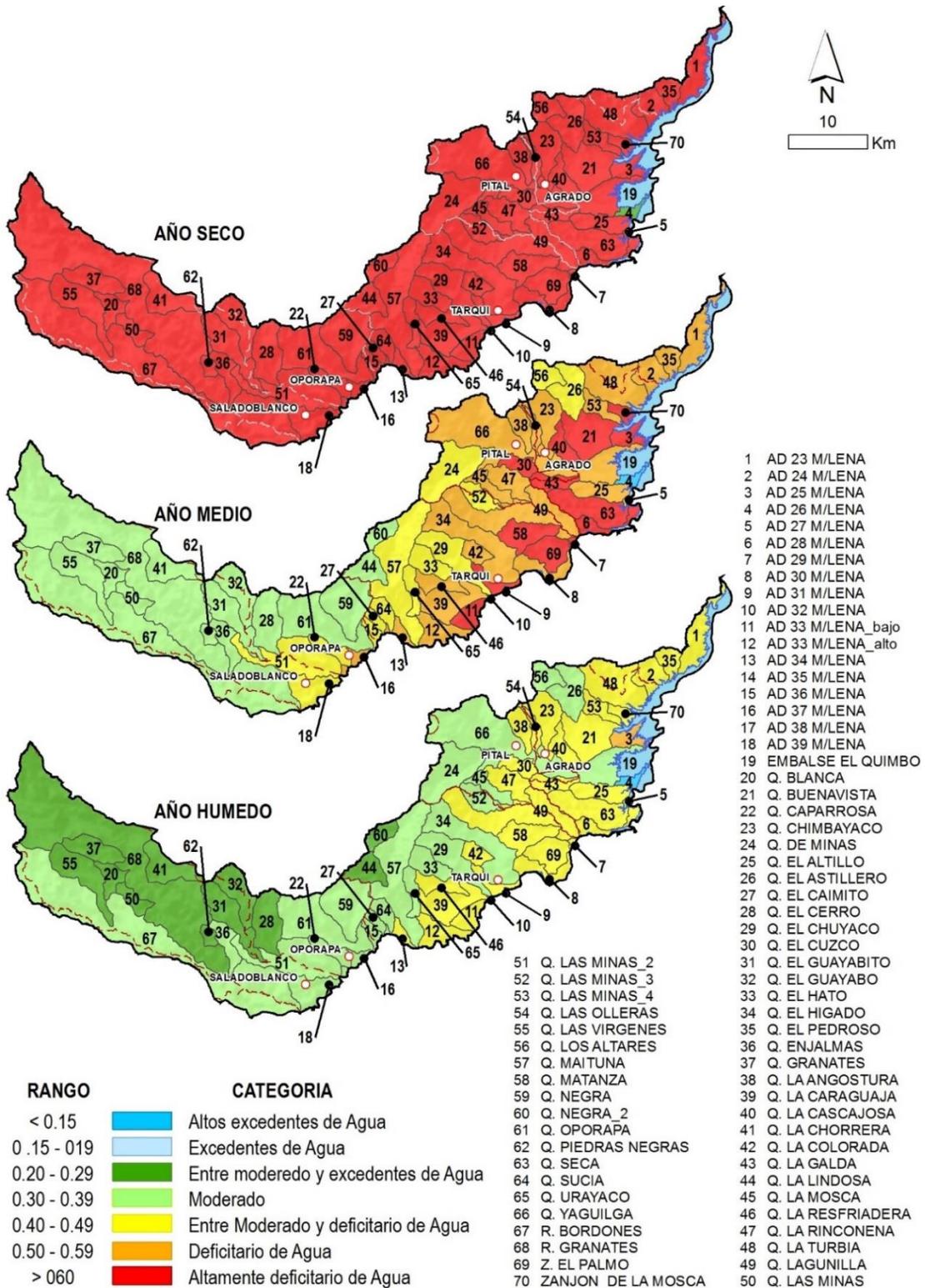
Para año hidrológico medio, en las zonas de mayor altitud el índice de aridez se categoriza como moderado, mientras que en las zonas cercanas al río Magdalena, se categoriza entre deficitario y altamente deficitario de agua. El escenario de año hidrológico seco muestra la subzona en condición altamente deficitario de agua. Por otro lado, en el escenario año hidrológico húmedo la situación mejora considerablemente, más del 70% del área de la subzona se categoriza entre moderado y excedentes de agua; la mayoría de las subcuencas que limitan con el Río Magdalena alcanzan la categoría entre moderado y deficitario de agua, siendo estas las subcuencas críticas de la Subzona (Ver Figura 15).

### 2105 - Río Páez

En el año hidrológico medio, las zonas de mayores altitudes presentan un índice de aridez categorizado en moderado, mientras que las zonas de menores altitudes, cercanas al Río Páez y Río Magdalena, con algunas excepciones, presentan una categoría entre deficitario y altamente deficitario de agua. Para el escenario de año hidrológico seco la Subzona se caracteriza por presentar una condición crítica correspondiente a la categoría de altamente deficitario de agua; en tanto que para el año hidrológico húmedo la condición cambia considerablemente, la Subzona presenta un índice de aridez moderado a excepción de cinco subcuencas cercanas al Río Páez y Río Magdalena, en las cuales se califica como moderado y deficitario de agua (Ver Figura 16).

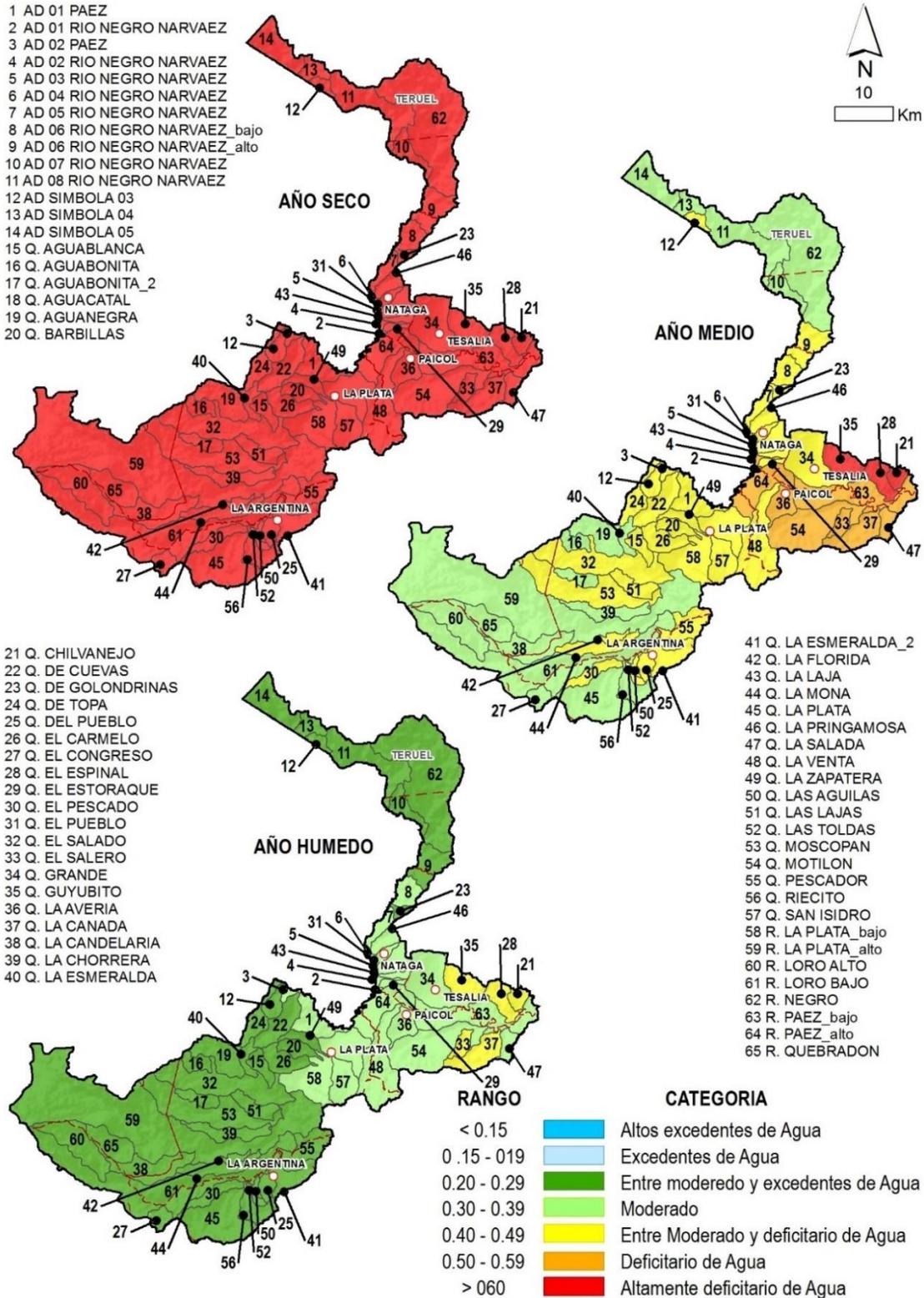
### 2106 - Ríos directos Magdalena (md)

En el año hidrológico medio la mayoría de la subzona se categoriza con un índice de aridez entre moderado y deficitario de agua; la subcuenca Qda. Majo alcanza a presentar un índice de aridez moderado, mientras que seis subcuencas: AD 75 Magdalena Alto, AD 75 Bajo, Qda. El Hobito, Qda. El Zapallo, Qda. Huerto Seco y Qda. Voltezuela, presentan déficit de agua. Por otro lado, la subzona evidencia una condición crítica categorizándose como altamente deficitaria de agua en el año hidrológico seco; en tanto que en el escenario año hidrológico húmedo se categoriza entre moderado y excedentes de agua a excepción de algunas subcuencas que alcanzan una categoría entre moderado y deficitario de agua (Ver Figura 17).

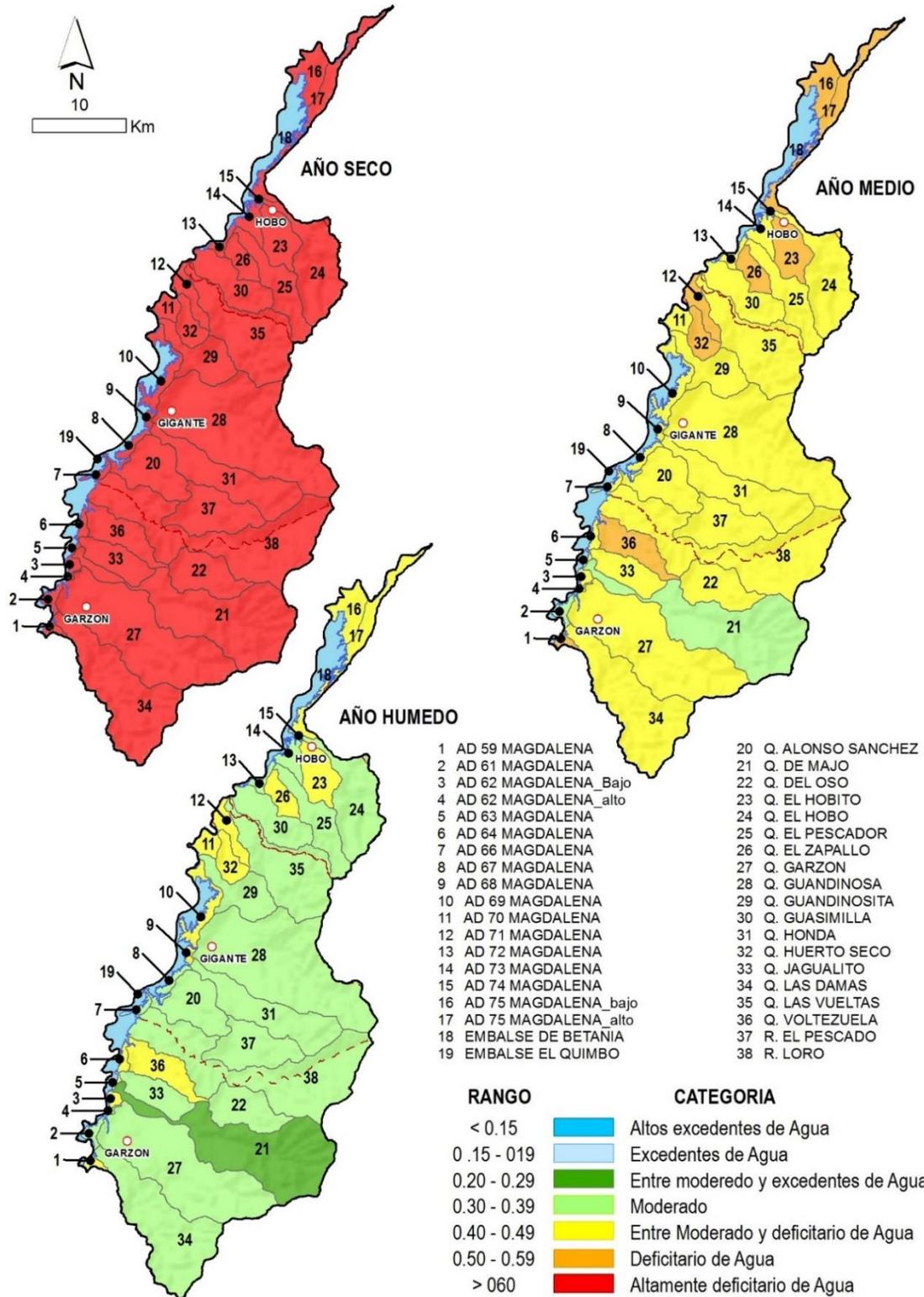


**Figura 15.** Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- 1 AD 01 PAEZ
- 2 AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ
- 3 AD 02 PAEZ
- 4 AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ
- 5 AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ
- 6 AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ
- 7 AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ
- 8 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_bajo
- 9 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_alto
- 10 AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ
- 11 AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ
- 12 AD SIMBOLA 03
- 13 AD SIMBOLA 04
- 14 AD SIMBOLA 05
- 15 Q. AGUABLANCA
- 16 Q. AGUABONITA
- 17 Q. AGUABONITA\_2
- 18 Q. AGUACATAL
- 19 Q. AGUANEGRA
- 20 Q. BARBILLAS



**Figura 16.** Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 17.** Mapas del Índice de Aridez de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 2108 - Río Yaguará

Para el escenario del año hidrológico medio la subzona, en general, presenta un índice de aridez con categoría moderada y deficitaria de agua, sin embargo, algunas áreas se caracterizan por tener déficit de agua, en tanto que las subcuencas 4, 5 y 43 poseen un índice de aridez entre moderado y excedente de agua. En el año hidrológico seco la subzona evidencia una condición altamente deficitaria de agua excepto las subcuencas 5 y 43; Por otro lado, el contexto mejora considerablemente en el escenario año hidrológico húmedo, en el cual se alcanza la categoría entre moderado y excedentes de agua (*Ver Figura 18*).

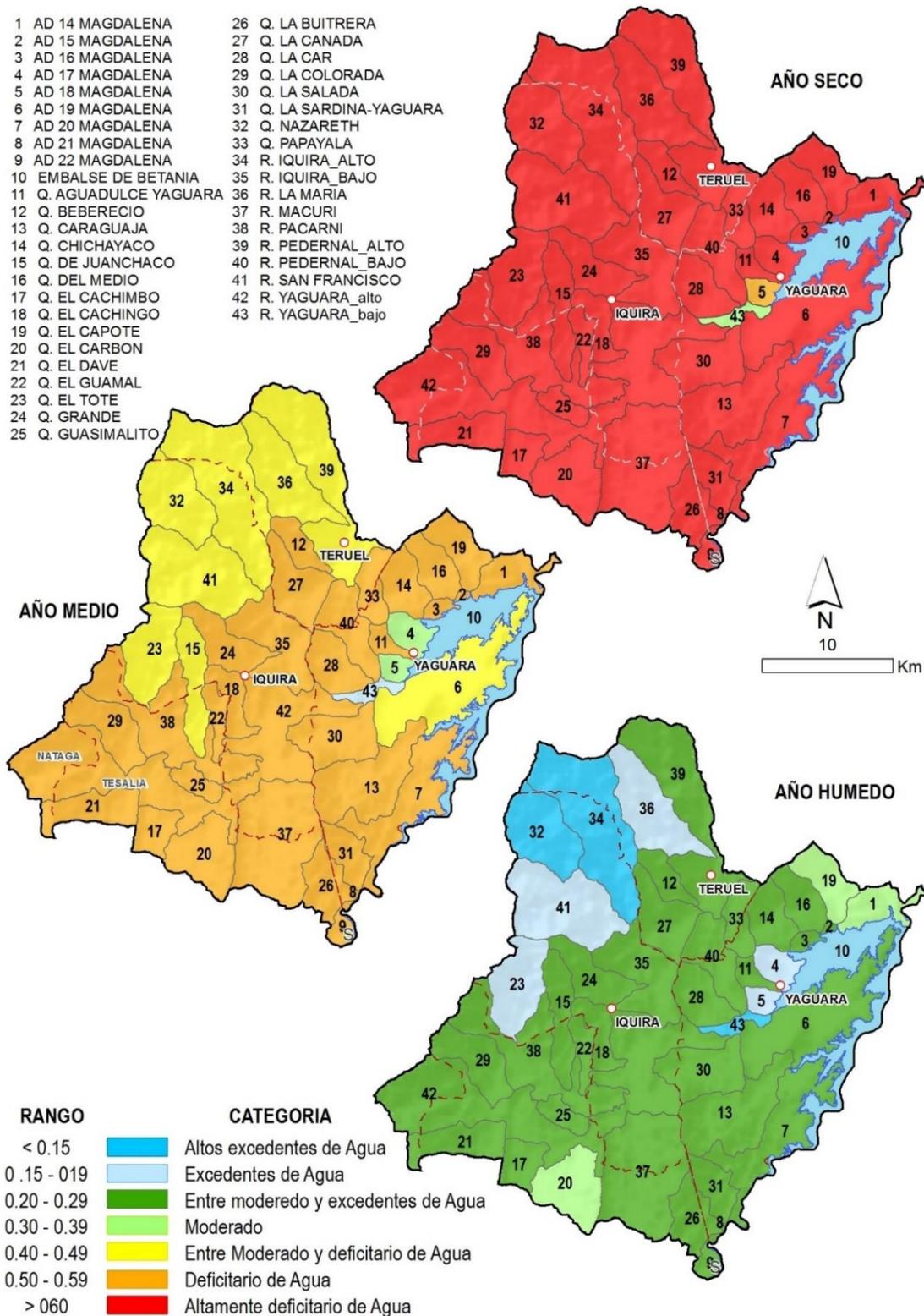
### 2109 - Juncal y otros Ríos directos al Magdalena

En el año hidrológico seco se presenta una condición crítica con un índice de aridez categorizado como altamente deficitario de agua, excepto en las Subcuencas 7 y 8; Respecto al año hidrológico medio la subzona evidencia una condición de déficit de agua, excluyendo las Subcuencas 7, 8, y 19 cuyos índices se califican entre moderado y excedentes de agua, además de las Subcuencas 3, 9 y 16 categorizadas como moderada y deficitaria de agua; estas últimas subcuencas se caracterizan por tener áreas importantes con cultivos de arroz. Nuevamente, para el año hidrológico húmedo la condición mejora considerablemente, se alcanzan índices de aridez entre moderado, excedentes de agua y altos excedentes de agua (*Ver Figura 19*)

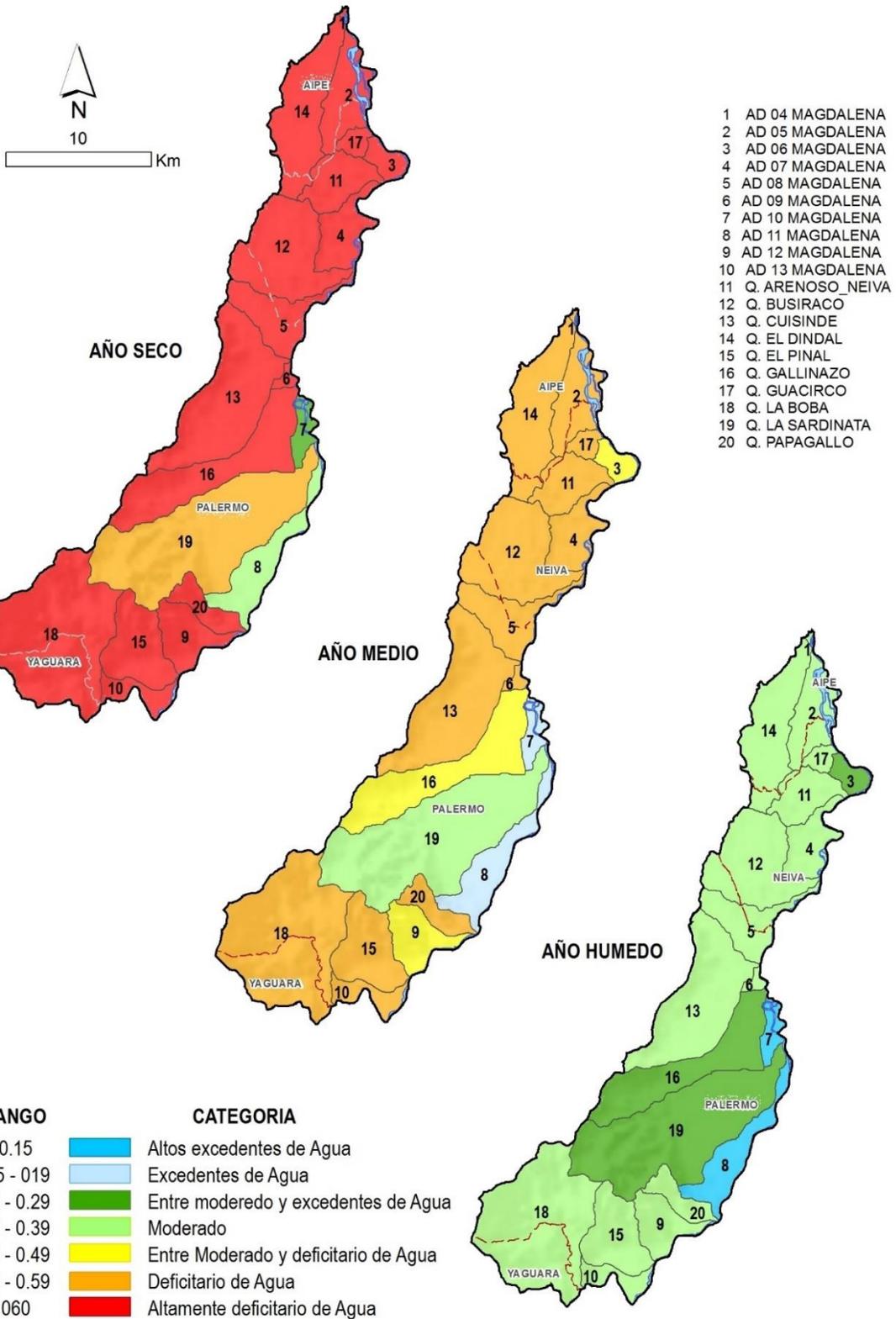
### 2110 - Río Neiva

La Subzona presenta una condición crítica con índice de aridez categorizado como altamente deficitario de agua en el año hidrológico seco, excepto en las subcuencas Q. La Ciénaga y Q. Río Neiva Bajo, que se categorizan entre moderado y deficitaria de agua. En el año hidrológico medio, la condición de aridez continúa siendo crítica en más del 70% de la Subzona, con índices entre deficitario y altamente deficitario de agua, solamente las Subcuencas 2, 7, 11, 12, 19 y 22 alcanzan una categoría de moderado y deficitario de agua. La situación mejora considerablemente alcanzando la categoría entre moderado y deficitario de agua, moderado y excedentes de agua en el año hidrológico húmedo (*Ver Figura 20*).

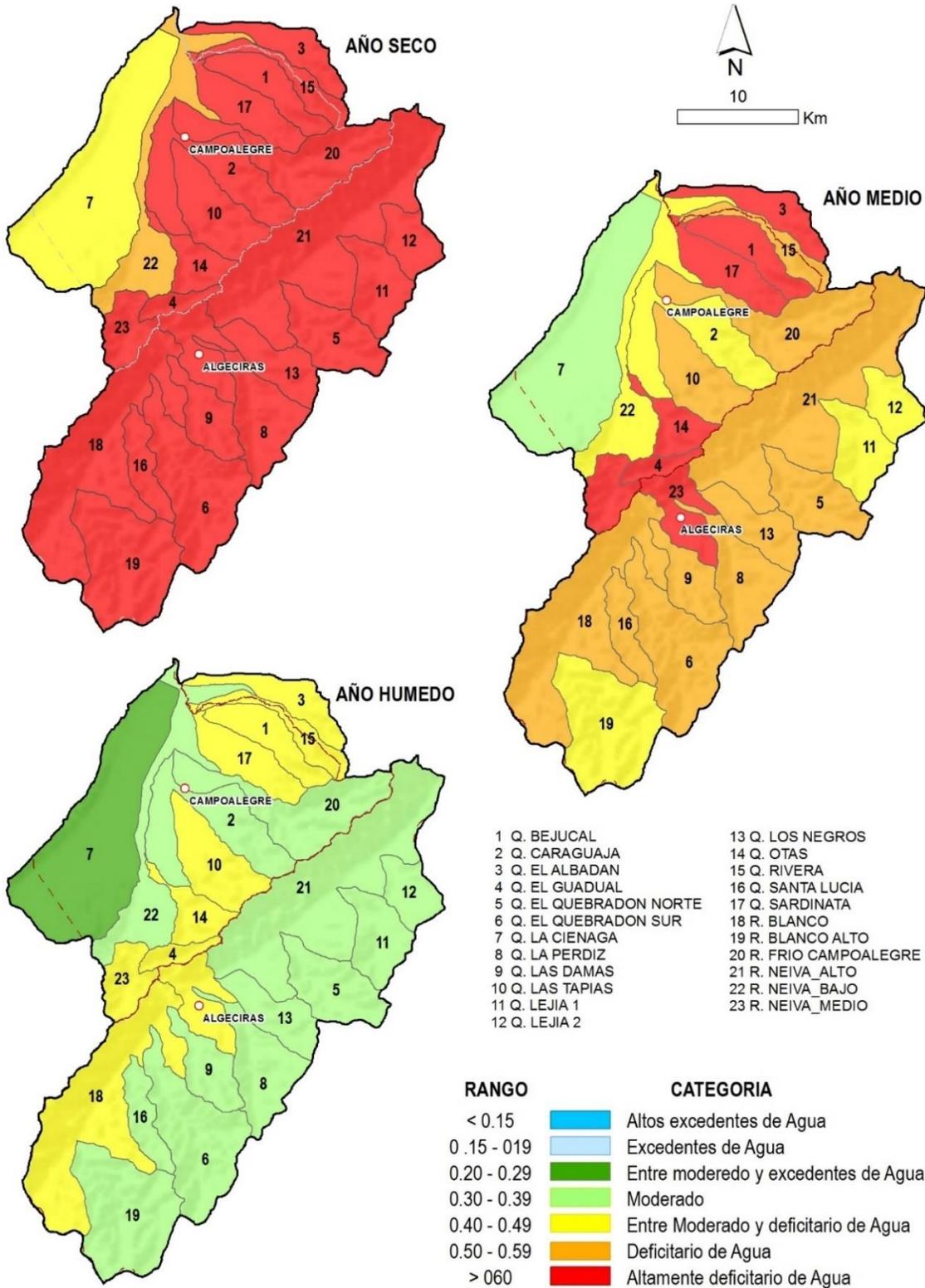
- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 AD 14 MAGDALENA       | 26 Q. LA BUITRERA        |
| 2 AD 15 MAGDALENA       | 27 Q. LA CANADA          |
| 3 AD 16 MAGDALENA       | 28 Q. LA CAR             |
| 4 AD 17 MAGDALENA       | 29 Q. LA COLORADA        |
| 5 AD 18 MAGDALENA       | 30 Q. LA SALADA          |
| 6 AD 19 MAGDALENA       | 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA |
| 7 AD 20 MAGDALENA       | 32 Q. NAZARETH           |
| 8 AD 21 MAGDALENA       | 33 Q. PAPAYALA           |
| 9 AD 22 MAGDALENA       | 34 R. IQUIRA_ALTO        |
| 10 EMBALSE DE BETANIA   | 35 R. IQUIRA_BAJO        |
| 11 Q. AGUADULCE YAGUARA | 36 R. LA MARÍA           |
| 12 Q. BEBERECIO         | 37 R. MACURI             |
| 13 Q. CARAGUAJA         | 38 R. PACARNI            |
| 14 Q. CHICHAYACO        | 39 R. PEDERNAL_ALTO      |
| 15 Q. DE JUANCHACO      | 40 R. PEDERNAL_BAJO      |
| 16 Q. DEL MEDIO         | 41 R. SAN FRANCISCO      |
| 17 Q. EL CACHIMBO       | 42 R. YAGUARA_alto       |
| 18 Q. EL CACHINGO       | 43 R. YAGUARA_bajo       |
| 19 Q. EL CAPOTE         |                          |
| 20 Q. EL CARBON         |                          |
| 21 Q. EL DAVE           |                          |
| 22 Q. EL GUAMAL         |                          |
| 23 Q. EL TOTE           |                          |
| 24 Q. GRANDE            |                          |
| 25 Q. GUASIMALITO       |                          |



**Figura 18.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 19.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 20.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### **2111 - Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena**

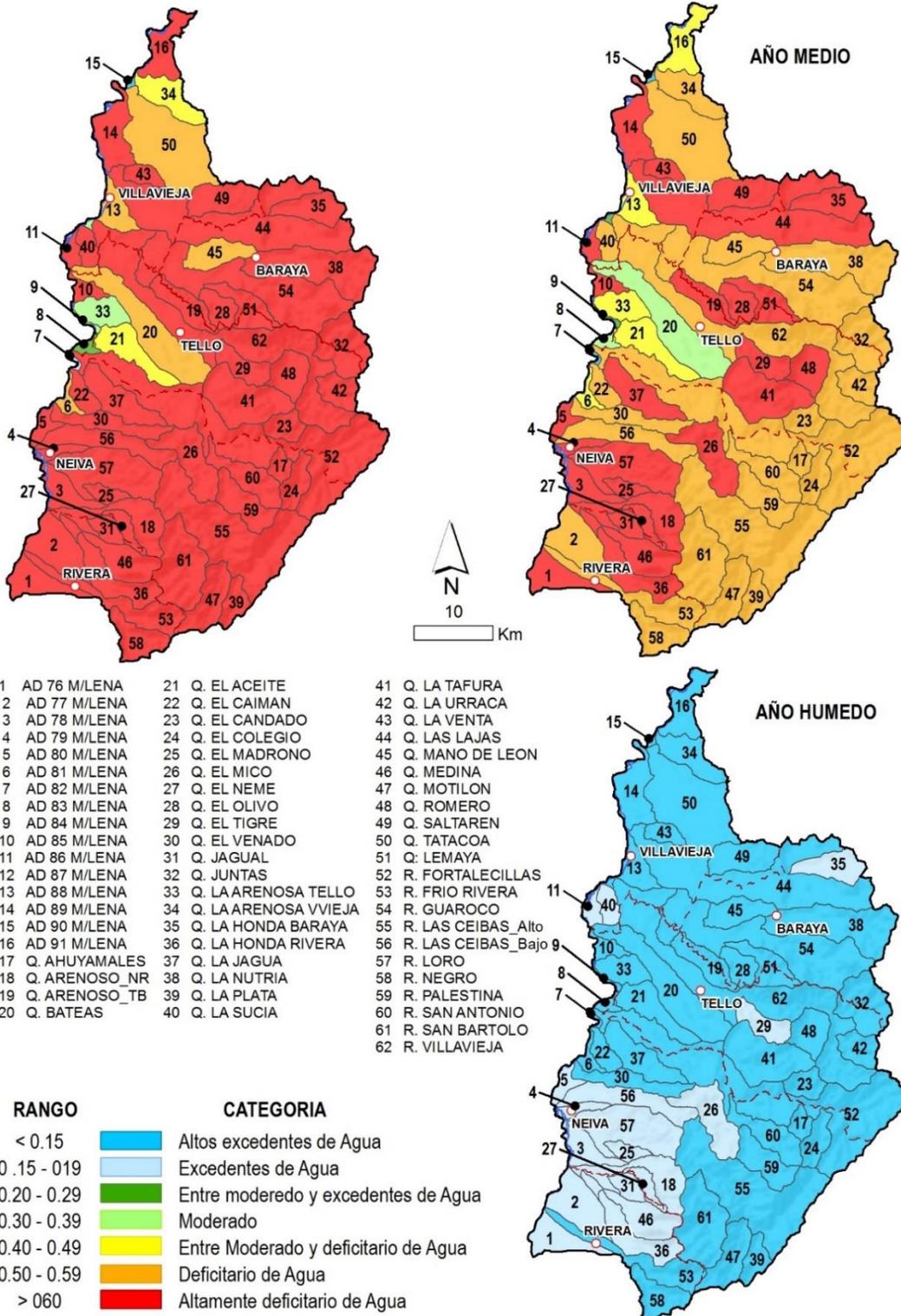
En el año hidrológico seco, más del 90% de la subzona presenta un índice de aridez altamente deficitario de agua, solamente las subcuencas 6, 7, 8, 9, 13, 20, 21, 33, 34, 45 y 50 evidencian una mejor condición, la cual posiblemente esté relacionada con las altas tasas de evapotranspiración de las áreas de cultivos arroz que abundan en la zona. Para el año hidrológico medio la situación mejora, el índice de aridez se categoriza como deficitaria de agua en un número considerable de subcuencas, mientras que en algunas se mantiene la condición entre moderada y deficitaria de agua. Finalmente, en el año hidrológico húmedo la condición cambia y el un índice de aridez varía entre las categorías de excedentes y altos excedentes de agua (*Ver Figura 21*)

### **2112 - Río Bache y 2113 - Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena**

El comportamiento del índice de aridez para las Subzonas 2112 y 2113 son relativamente similares; en general, para el año hidrológico seco presenta la condición de altamente deficitario de agua. Por otro lado, en el año hidrológico medio, aunque la condición mejora y la mayoría de las subcuencas evidencian índices de aridez entre deficitario y moderado, algunas subcuencas continúan categorizándose en altamente deficitario de agua. En el año hidrológico húmedo la condición mejora y se evidencian índices de aridez entre excedentes y altos excedentes de agua (*Ver Figura 22 y Figura 23*)

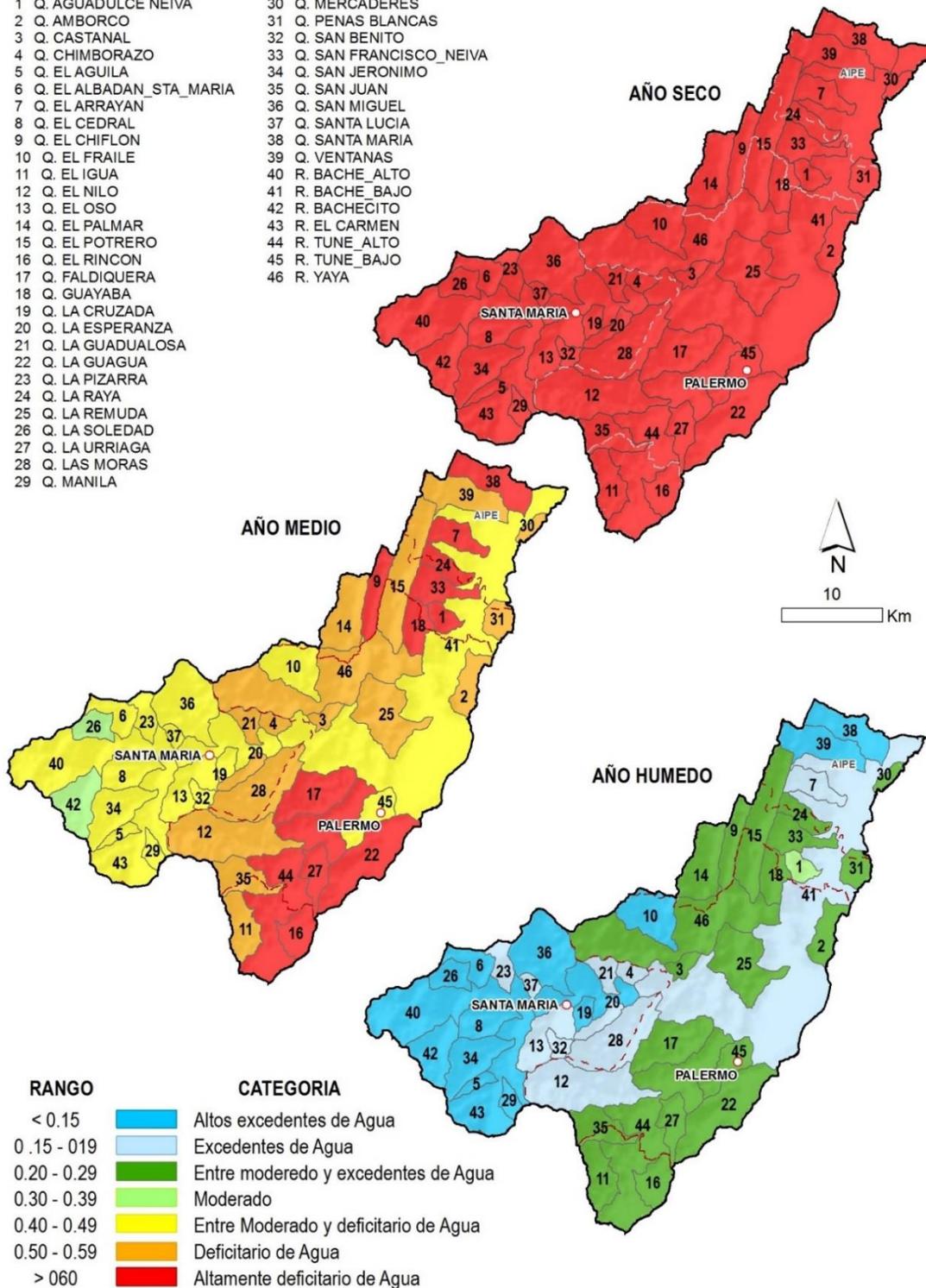
### **2114 - Río Cabrera**

En el año hidrológico seco la subzona presenta un índice de aridez altamente deficitario de agua. A pesar de que la condición mejora un poco en el año hidrológico medio, en la mayoría de subcuencas los índices de aridez continúan variando entre las categorías, deficitario y altamente deficitario de agua. Finalmente, en el año hidrológico húmedo se evidencian índices de aridez entre moderado y deficitario de agua, a excepción de las Subcuencas 1, 25, 35 y 11 que alcanzan a categorizarse con índice de aridez excedentes de agua (*Ver Figura 24*).



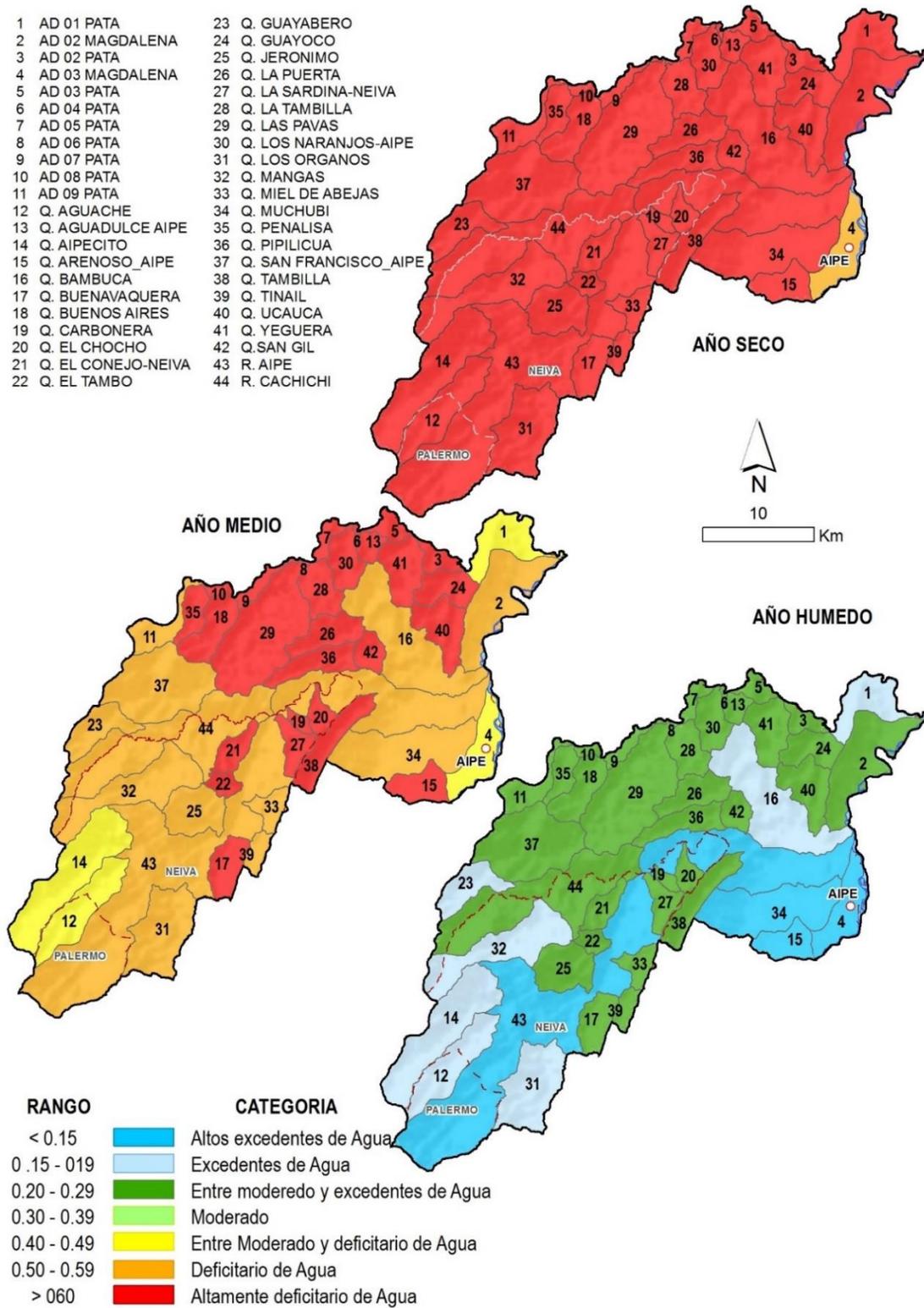
**Figura 21.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Q. AGUADULCE NEIVA      | 30 Q. MERCADERES          |
| 2 Q. AMBORCO              | 31 Q. PENAS BLANCAS       |
| 3 Q. CASTANAL             | 32 Q. SAN BENITO          |
| 4 Q. CHIMBORAZO           | 33 Q. SAN FRANCISCO_NEIVA |
| 5 Q. EL AGUILA            | 34 Q. SAN JERONIMO        |
| 6 Q. EL ALBADAN_STA_MARIA | 35 Q. SAN JUAN            |
| 7 Q. EL ARRAYAN           | 36 Q. SAN MIGUEL          |
| 8 Q. EL CEDRAL            | 37 Q. SANTA LUCIA         |
| 9 Q. EL CHIFLON           | 38 Q. SANTA MARIA         |
| 10 Q. EL FRAILE           | 39 Q. VENTANAS            |
| 11 Q. EL IGUA             | 40 R. BACHE_ALTO          |
| 12 Q. EL NILO             | 41 R. BACHE_BAJO          |
| 13 Q. EL OSO              | 42 R. BACHECITO           |
| 14 Q. EL PALMAR           | 43 R. EL CARMEN           |
| 15 Q. EL POTRERO          | 44 R. TUNE_ALTO           |
| 16 Q. EL RINCON           | 45 R. TUNE_BAJO           |
| 17 Q. FALDIQUERA          | 46 R. YAYA                |
| 18 Q. GUAYABA             |                           |
| 19 Q. LA CRUZADA          |                           |
| 20 Q. LA ESPERANZA        |                           |
| 21 Q. LA GUADUALOSA       |                           |
| 22 Q. LA GUAGUA           |                           |
| 23 Q. LA PIZARRA          |                           |
| 24 Q. LA RAYA             |                           |
| 25 Q. LA REMUDA           |                           |
| 26 Q. LA SOLEDAD          |                           |
| 27 Q. LA URRIAGA          |                           |
| 28 Q. LAS MORAS           |                           |
| 29 Q. MANILA              |                           |

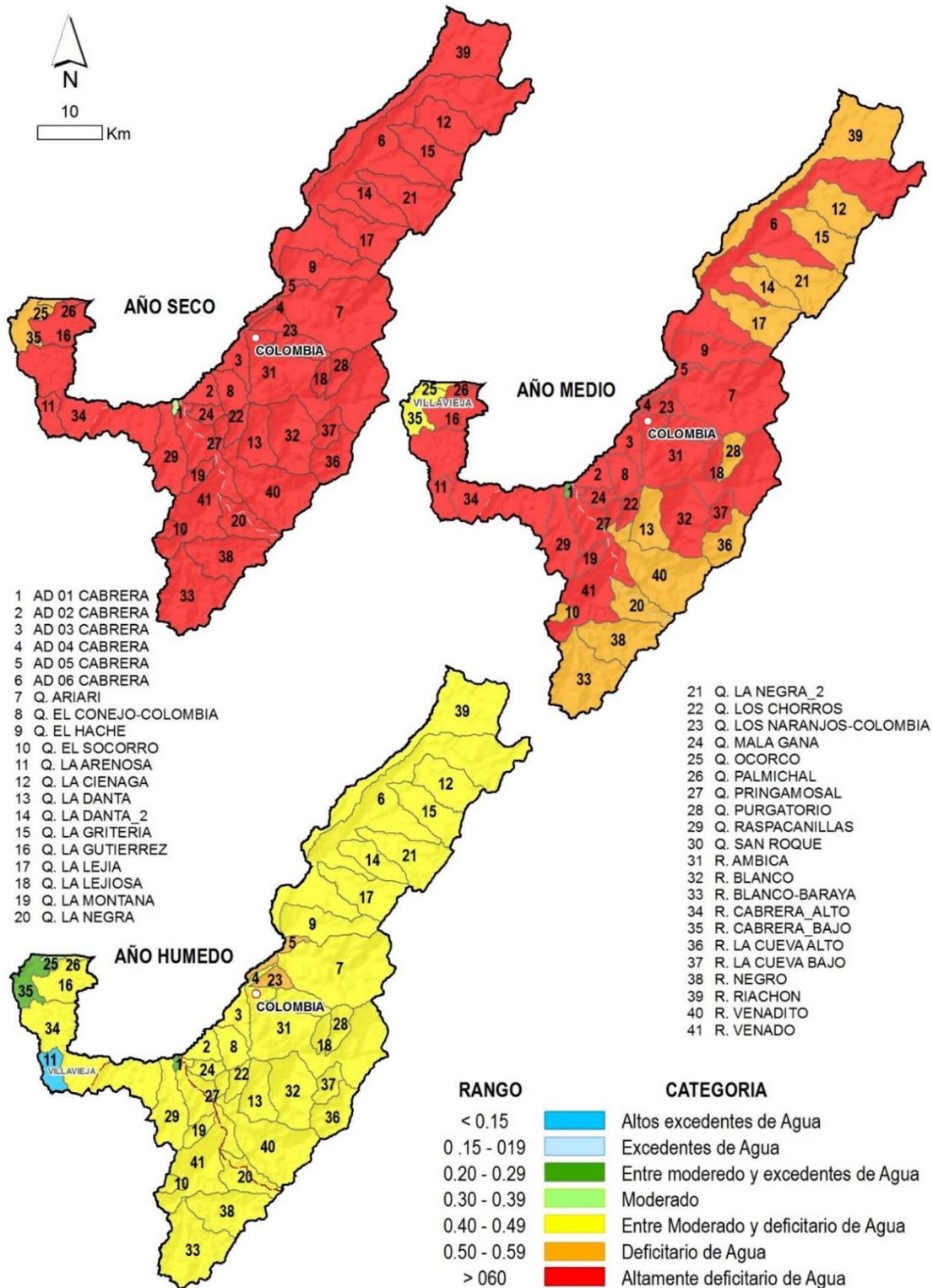


**Figura 22.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |



**Figura 23.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 24.** Mapas del Índice de Aridez de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 2.3.2.2. Índice de Retención y Regulación Hídrica

Como se puede apreciar en la Figura 25, la información disponible para el año hidrológico seco en el departamento del Huila, evidencia que las subzonas hidrográficas 2101 a 2108 presentan una alta capacidad para retener y regular caudales, mientras que la capacidad de las subzonas 2109 a 2114 es media. En cuanto al año hidrológico medio, los índices de retención y regulación hídrica muestran que las subzonas 2101 a 2106 y 2108 a 2114 continúan presentando capacidades para retener y regular caudales alta y media, respectivamente. Por último, el año hidrológico húmedo puede considerarse en comparación con los otros como el escenario crítico, debido a que en la zona norte del departamento la capacidad de retención y regulación hídrica es baja, en tanto que en la zona sur es media.

#### 2101 - Alto Magdalena, 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena, 2103 - Río Suaza y 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi)

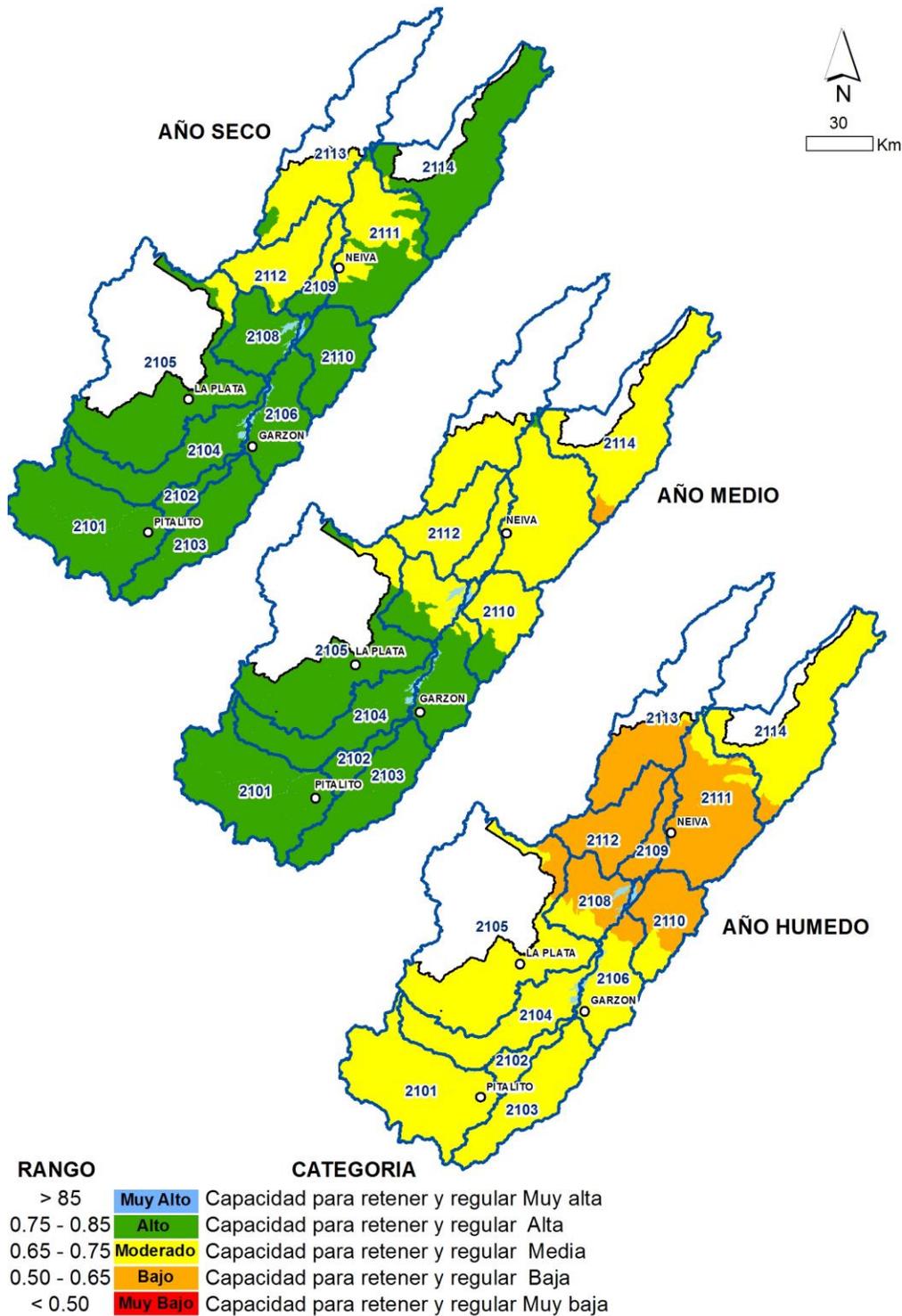
Analizando los mapas del IRH para las subzonas 2101 a 2104, se identifica que para el año hidrológico seco y medio la dinámica de retención y regulación hídrica es alta, mientras que en el año hidrológico húmedo es media (*Ver Figura 26 a Figura 29*)

#### 2105 - Río Páez y 2106 - Ríos directos Magdalena (md)

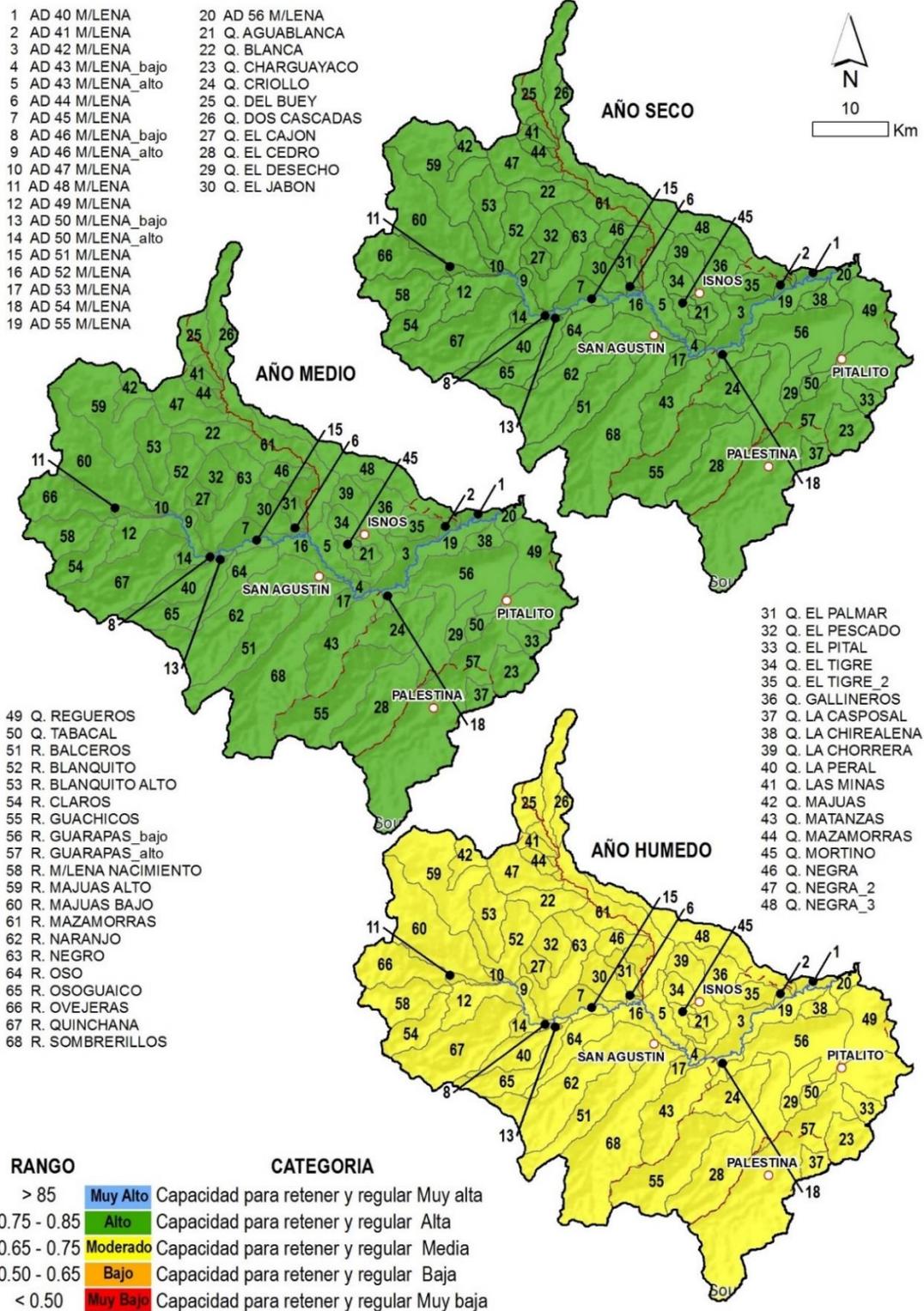
Las Subzonas 2105 y 2106 exhiben un comportamiento relativamente similar; en el año hidrológico seco la subzona presenta una capacidad de regulación y retención hídrica alta. En el año hidrológico medio, algunas subcuencas del extremo norte presentan una capacidad media, mientras que el resto de la zona presenta una capacidad alta. Por otro lado, en el escenario del año hidrológico húmedo la retención y regulación de caudales es baja y media, respectivamente (*Ver Figura 30 y Figura 31*)

#### 2108 - Río Yaguará

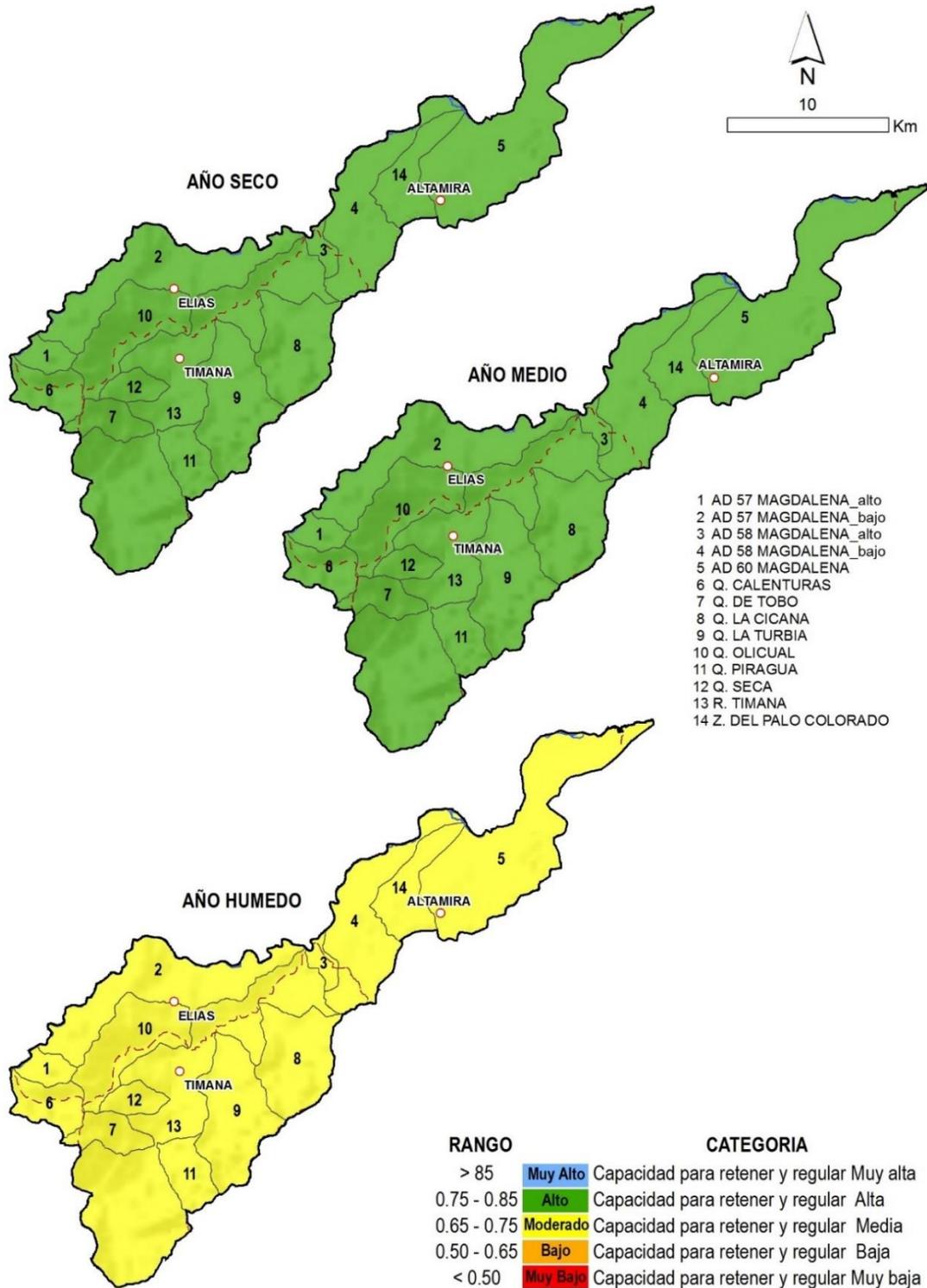
Para el año hidrológico seco y húmedo, la capacidad de retención y regulación hídrica es menor, por el contrario, en el año hidrológico medio la retención y regulación es alta en la zona sur y media en la zona norte de la subzona hidrográfica (*Ver Figura 32*).



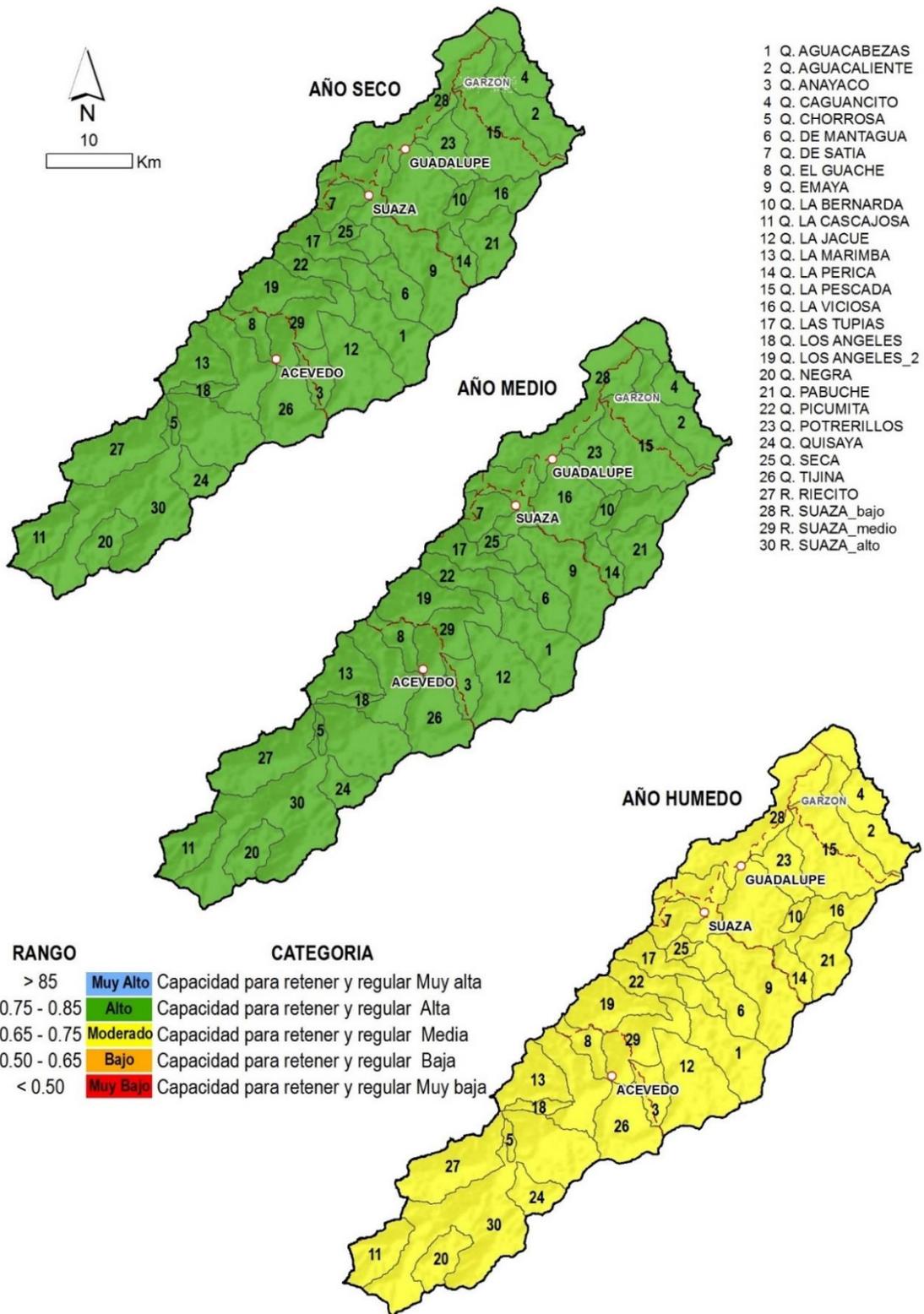
**Figura 25.** Mapa regional del Índice de Retención y Regulación Hídrica para los años hidrológicos medio, seco y húmedo.



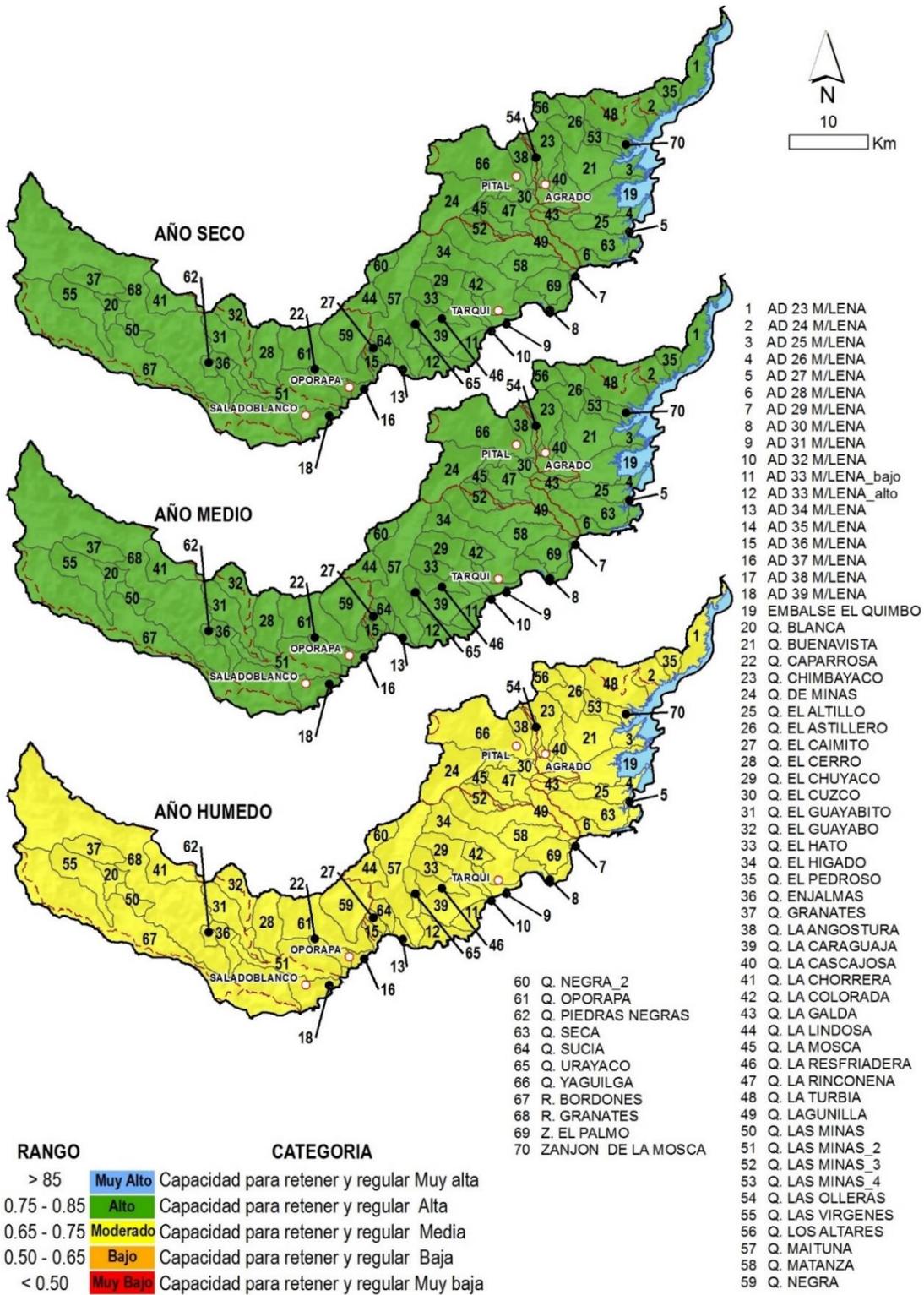
**Figura 26.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo.



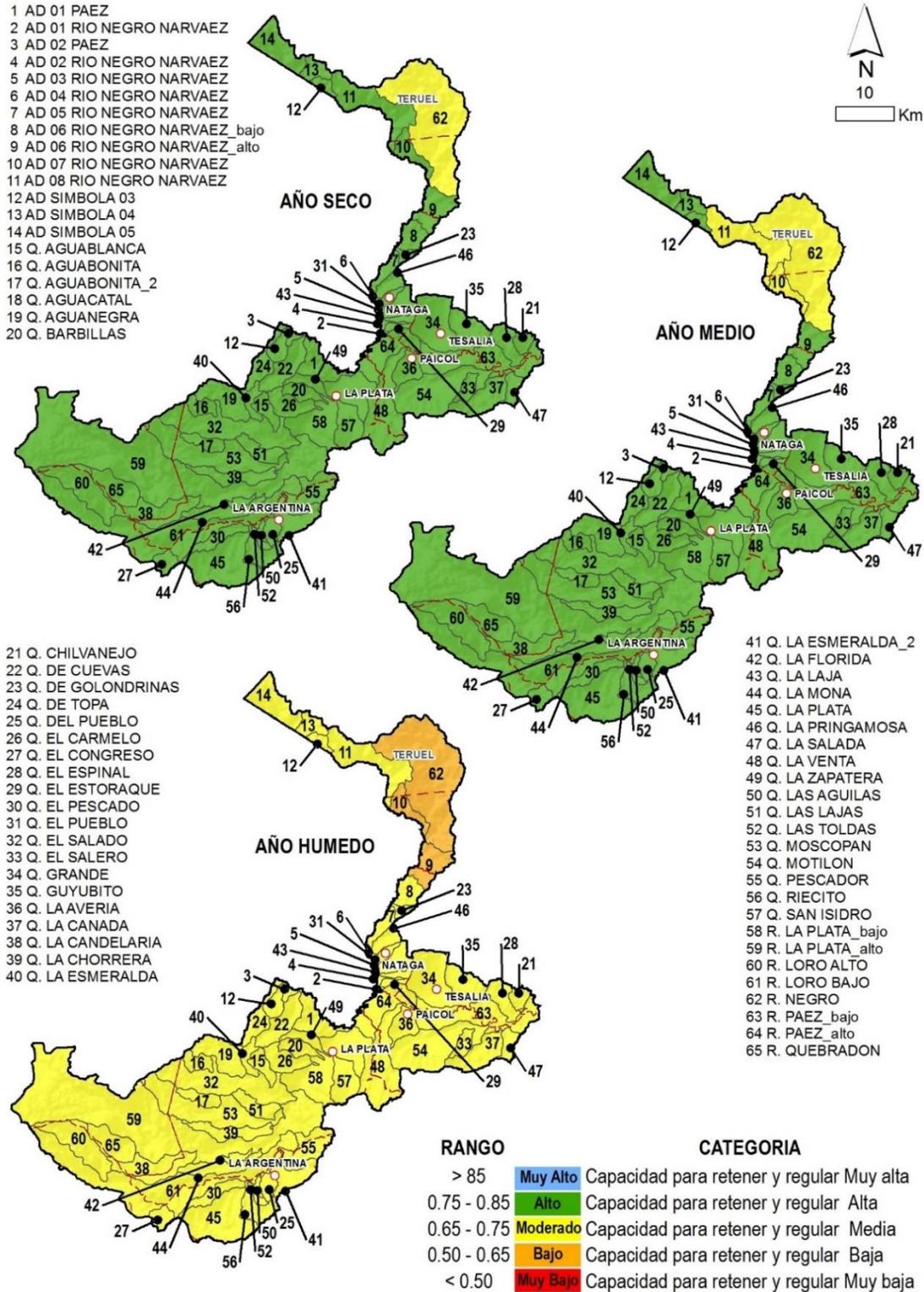
**Figura 27.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo.



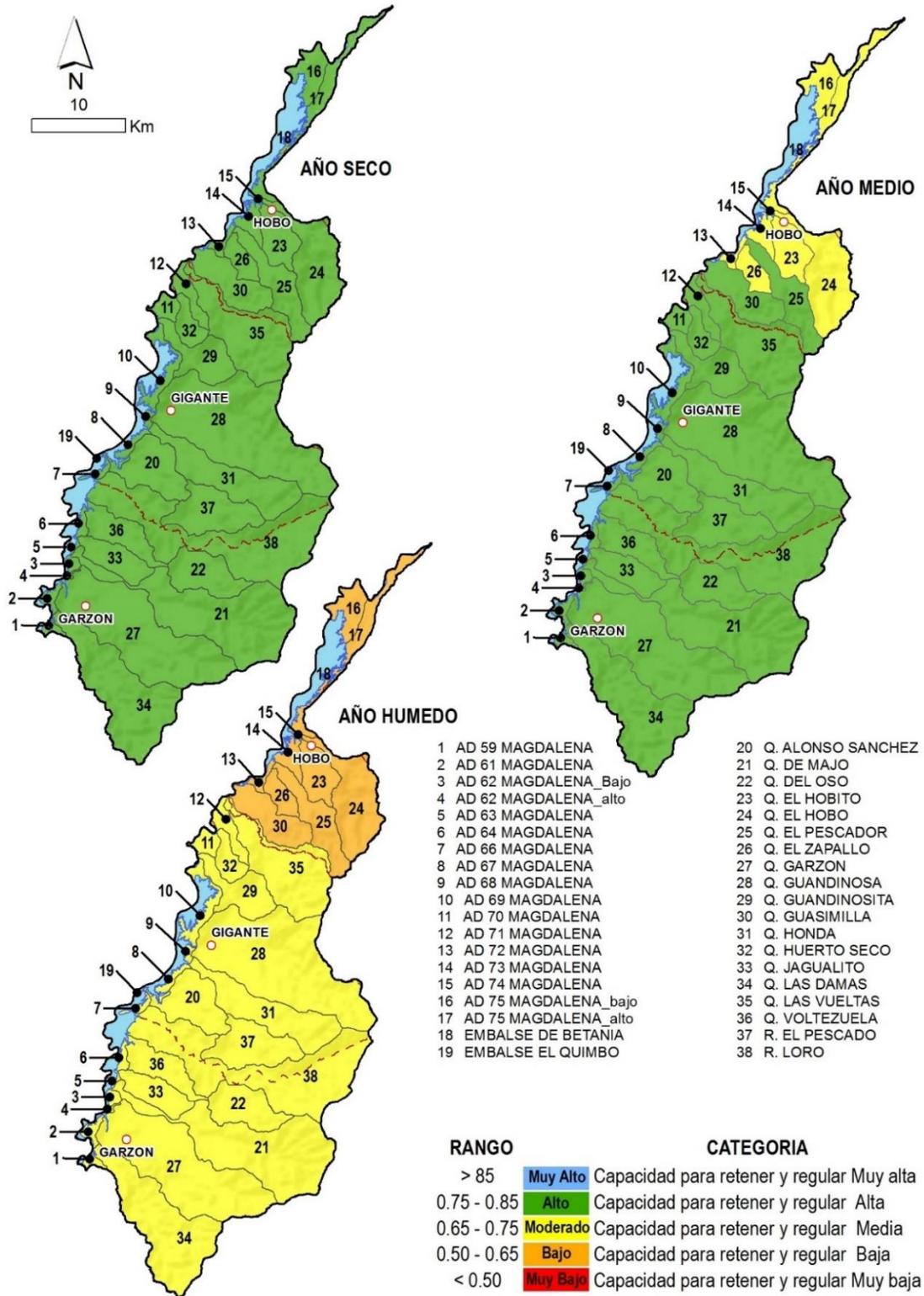
**Figura 28.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2103 Río Suaza, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



**Figura 29.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2104 Ríos Directos al Magdalena (mi), para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo

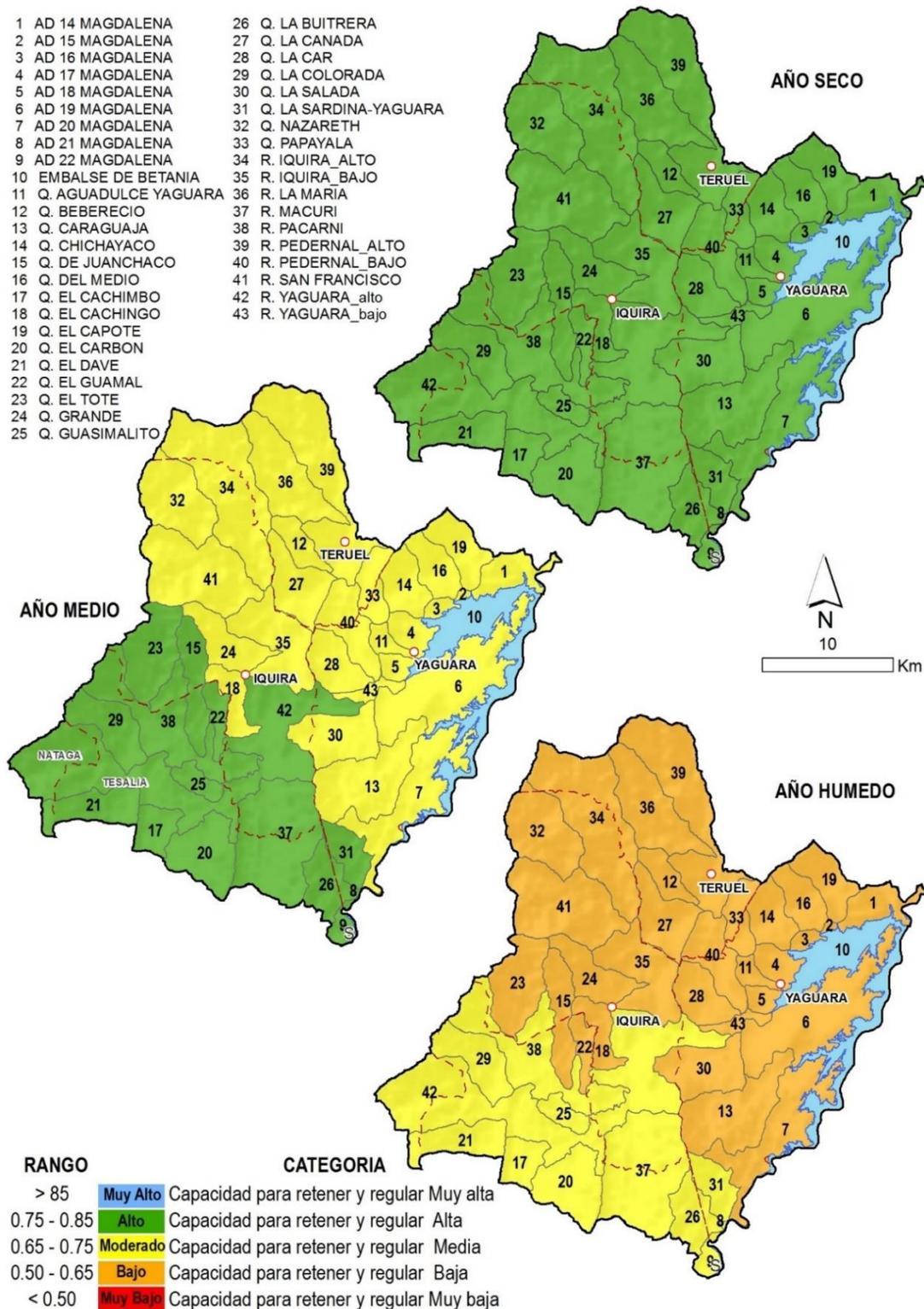


**Figura 30.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2105 Río Páez, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



**Figura 31.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2106 Ríos Directos al Magdalena (md), para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 AD 14 MAGDALENA       | 26 Q. LA BUITRERA        |
| 2 AD 15 MAGDALENA       | 27 Q. LA CANADA          |
| 3 AD 16 MAGDALENA       | 28 Q. LA CAR             |
| 4 AD 17 MAGDALENA       | 29 Q. LA COLORADA        |
| 5 AD 18 MAGDALENA       | 30 Q. LA SALADA          |
| 6 AD 19 MAGDALENA       | 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA |
| 7 AD 20 MAGDALENA       | 32 Q. NAZARETH           |
| 8 AD 21 MAGDALENA       | 33 Q. PAPAYALA           |
| 9 AD 22 MAGDALENA       | 34 R. IQUIRA_ALTO        |
| 10 EMBALSE DE BETANIA   | 35 R. IQUIRA_BAJO        |
| 11 Q. AGUADULCE YAGUARA | 36 R. LA MARÍA           |
| 12 Q. BEBERECIO         | 37 R. MACURI             |
| 13 Q. CARAGUAJA         | 38 R. PACARNI            |
| 14 Q. CHICHAYACO        | 39 R. PEDERNAL_ALTO      |
| 15 Q. DE JUANCHACO      | 40 R. PEDERNAL_BAJO      |
| 16 Q. DEL MEDIO         | 41 R. SAN FRANCISCO      |
| 17 Q. EL CACHIMBO       | 42 R. YAGUARA_alto       |
| 18 Q. EL CACHINGO       | 43 R. YAGUARA_bajo       |
| 19 Q. EL CAPOTE         |                          |
| 20 Q. EL CARBON         |                          |
| 21 Q. EL DAVE           |                          |
| 22 Q. EL GUAMAL         |                          |
| 23 Q. EL TOTE           |                          |
| 24 Q. GRANDE            |                          |
| 25 Q. GUASIMALITO       |                          |



**Figura 32.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2108 Río Yaguará, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo

### **2109 - Juncal y otros Ríos directos al Magdalena**

En el año hidrológico seco, 7 de las 20 Subcuencas presentan alta capacidad de retención y regulación hídrica, el resto de la subzona presenta una capacidad media. Por otra parte, todas las subcuencas evidencian una capacidad media en el año hidrológico medio, mientras que en el año hidrológico húmedo la capacidad de retención y regulación de caudal es baja (*Ver Figura 33*).

### **2110 - Río Neiva**

La Subzona presenta una alta capacidad de retención y regulación de caudal en el año hidrológico seco. En cuanto al año hidrológico medio, cuatro subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Blanco muestran una capacidad de retención y regulación hídrica alta, el resto de las subcuencas poseen una capacidad media. Finalmente, en el año hidrológico húmedo las mismas cuatro subcuencas mejoran su capacidad mientras que las demás presentan una baja de capacidad de retener y regular el caudal (*Ver Figura 34*).

### **2111 - Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena**

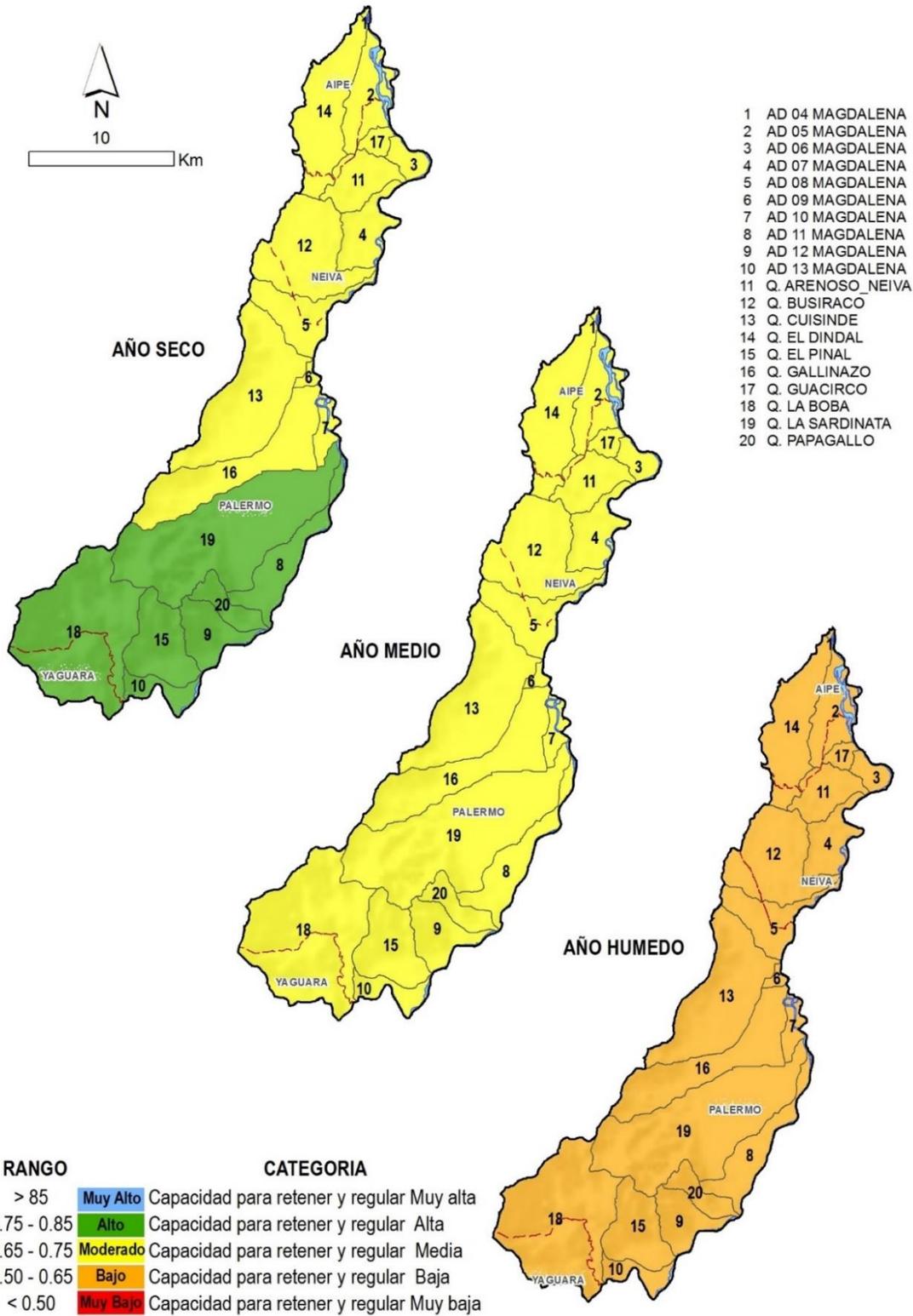
En el año hidrológico seco se observa que la parte alta de la subzona presenta una alta capacidad de retención y regulación hídrica, mientras que la parte baja exhibe una capacidad media. En lo que se refiere a los años hidrológicos medio y húmedo la subzona presenta una capacidad de retención y regulación de caudal media y baja, respectivamente (*Ver Figura 35*).

### **2112 - Río Bache y 2113 - Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena**

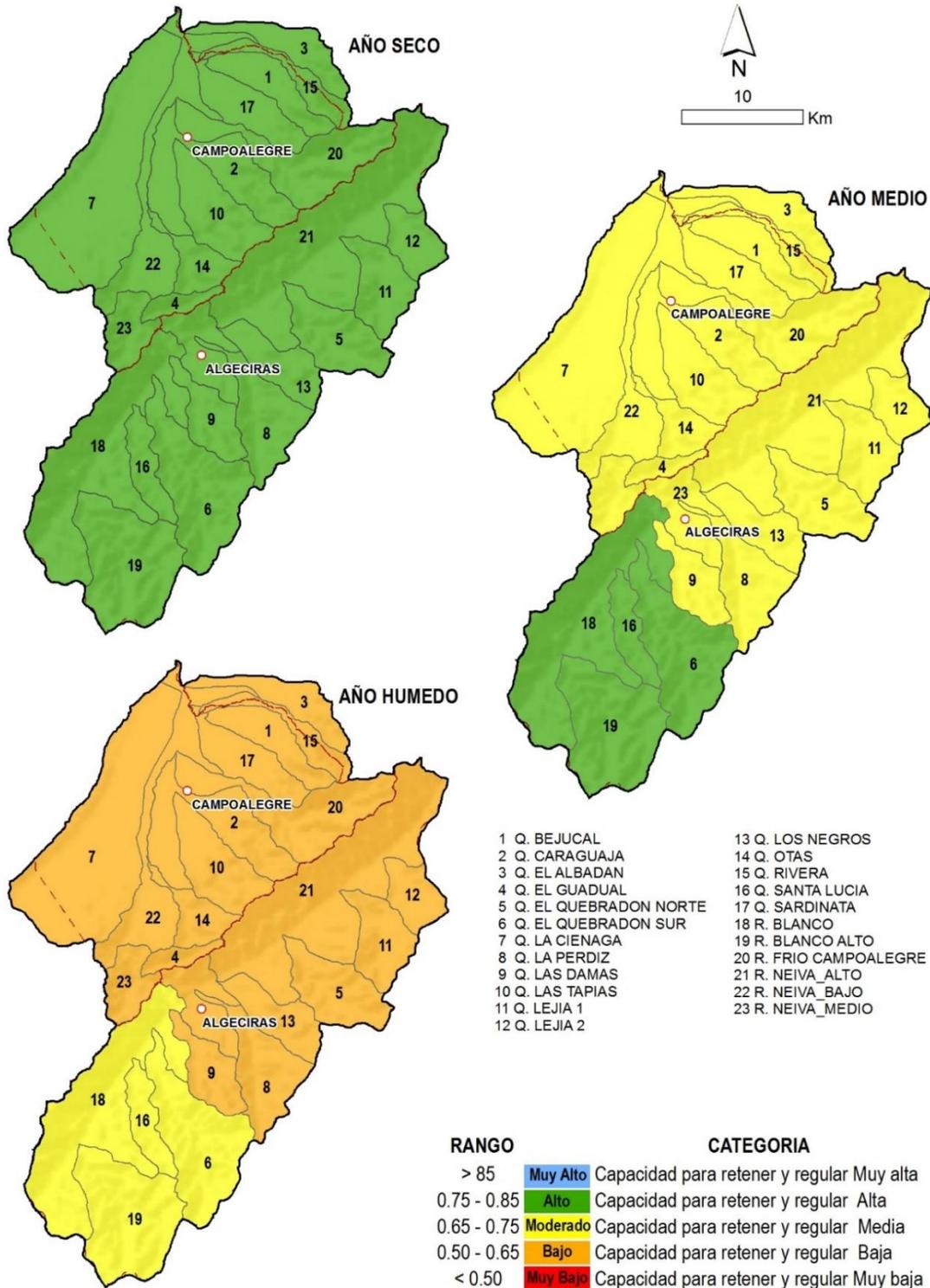
Las subzonas 2112 y 2113 son relativamente comparables, en el año hidrológico seco y medio, la capacidad para retener y regular caudales es media y baja correspondientemente, mientras que en el año hidrológico húmedo su capacidad de retención es Baja (*Ver Figura 36 y Figura 37*).

### **2114 - Río Cabrera**

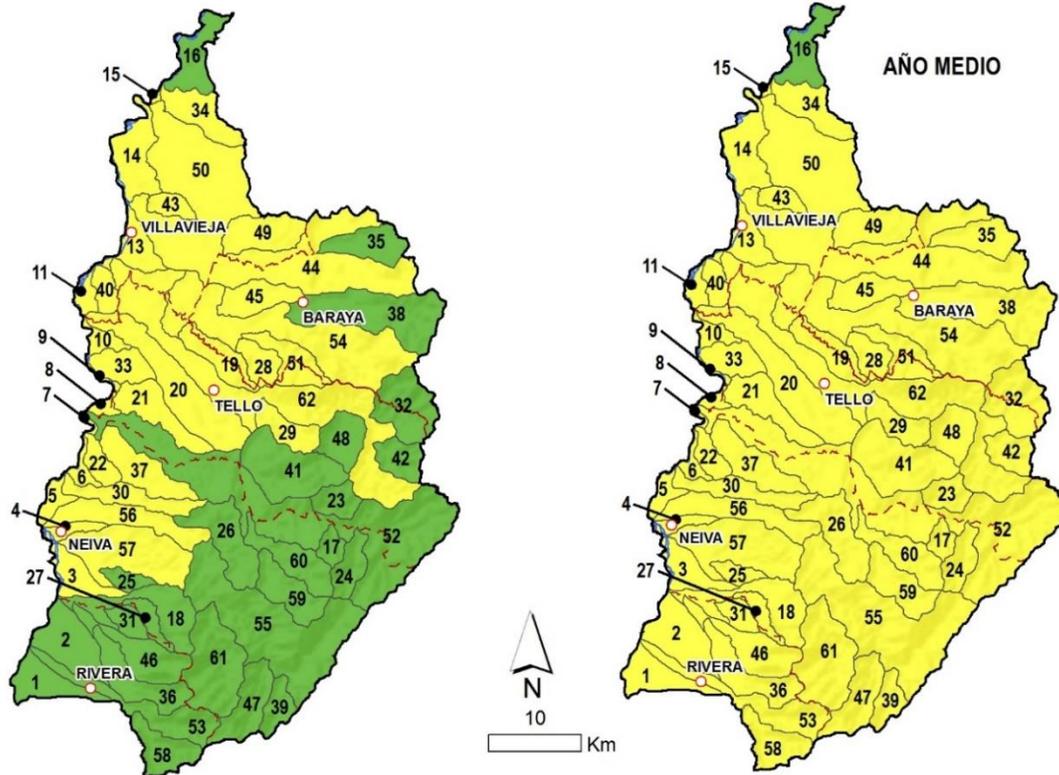
La subzona en el año hidrológico seco presenta una alta capacidad de retención y regulación de caudal; mientras que para los años hidrológicos medio y húmedo es media (*Ver Figura 38*).



**Figura 33.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2109 Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



**Figura 34.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2110-Río Neiva, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



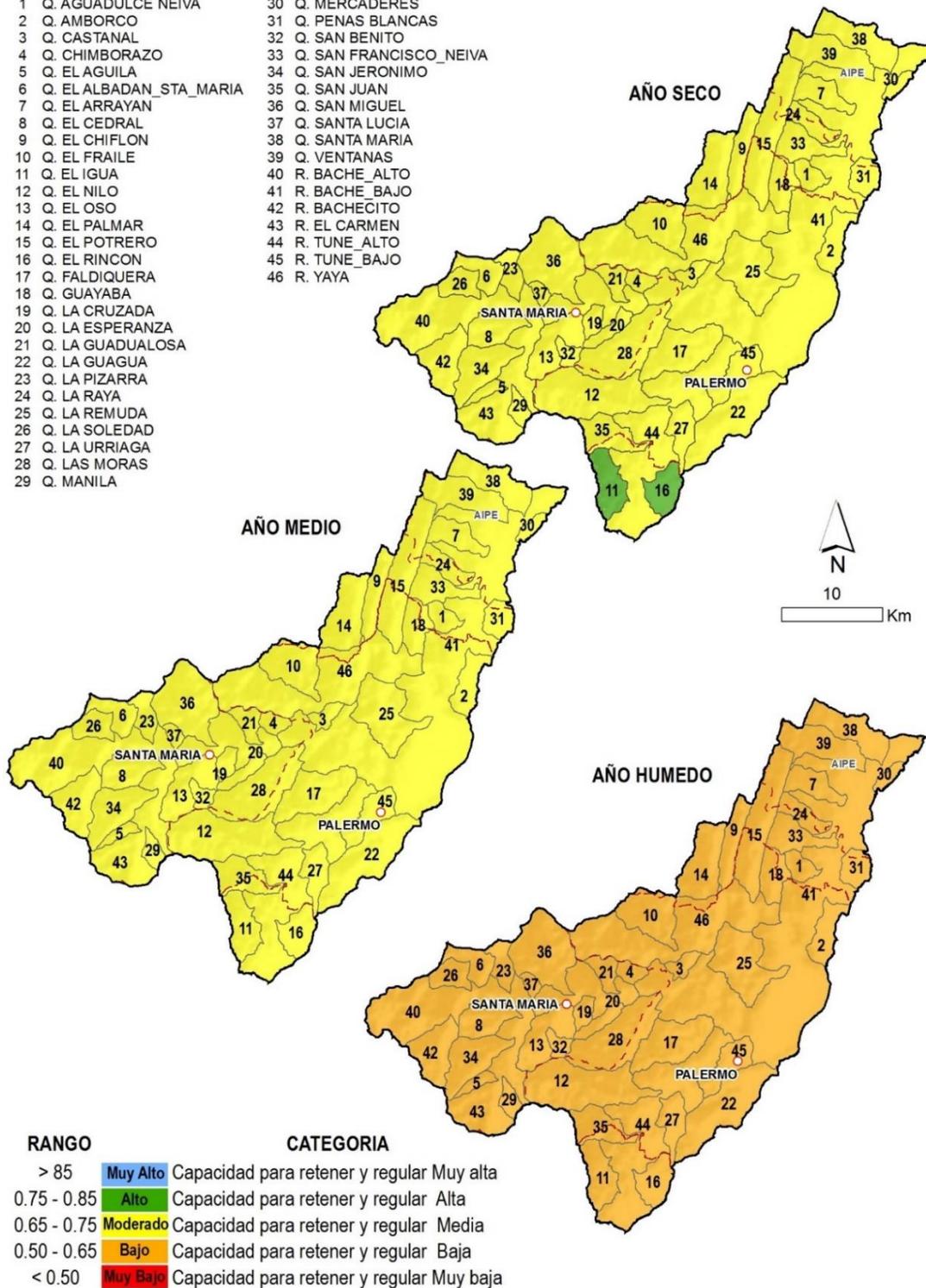
- |                  |                         |                       |
|------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 AD 76 M/LENA   | 21 Q. EL ACEITE         | 41 Q. LA TAFURA       |
| 2 AD 77 M/LENA   | 22 Q. EL CAIMAN         | 42 Q. LA URRACA       |
| 3 AD 78 M/LENA   | 23 Q. EL CANDADO        | 43 Q. LA VENTA        |
| 4 AD 79 M/LENA   | 24 Q. EL COLEGIO        | 44 Q. LAS LAJAS       |
| 5 AD 80 M/LENA   | 25 Q. EL MADRONO        | 45 Q. MANO DE LEON    |
| 6 AD 81 M/LENA   | 26 Q. EL MICO           | 46 Q. MEDINA          |
| 7 AD 82 M/LENA   | 27 Q. EL NEME           | 47 Q. MOTILON         |
| 8 AD 83 M/LENA   | 28 Q. EL OLIVO          | 48 Q. ROMERO          |
| 9 AD 84 M/LENA   | 29 Q. EL TIGRE          | 49 Q. SALTAREN        |
| 10 AD 85 M/LENA  | 30 Q. EL VENADO         | 50 Q. TATACOA         |
| 11 AD 86 M/LENA  | 31 Q. JAGUAL            | 51 Q. LEMAYA          |
| 12 AD 87 M/LENA  | 32 Q. JUNTAS            | 52 R. FORTALECILLAS   |
| 13 AD 88 M/LENA  | 33 Q. LA ARENOSA TELLO  | 53 R. FRIO RIVERA     |
| 14 AD 89 M/LENA  | 34 Q. LA ARENOSA VVIEJA | 54 R. GUAROCO         |
| 15 AD 90 M/LENA  | 35 Q. LA HONDA BARAYA   | 55 R. LAS CEIBAS_Alto |
| 16 AD 91 M/LENA  | 36 Q. LA HONDA RIVERA   | 56 R. LAS CEIBAS_Bajo |
| 17 Q. AHUYAMALES | 37 Q. LA JAGUA          | 57 R. LORO            |
| 18 Q. ARENOSO_NR | 38 Q. LA NUTRIA         | 58 R. NEGRO           |
| 19 Q. ARENOSO_TB | 39 Q. LA PLATA          | 59 R. PALESTINA       |
| 20 Q. BATEAS     | 40 Q. LA SUCIA          | 60 R. SAN ANTONIO     |
|                  |                         | 61 R. SAN BARTOLO     |
|                  |                         | 62 R. VILLAVIEJA      |

RANGO	CATEGORIA	Capacidad para retener y regular	Muy alta
> 85	Muy Alto	Capacidad para retener y regular	Muy alta
0.75 - 0.85	Alto	Capacidad para retener y regular	Alta
0.65 - 0.75	Moderado	Capacidad para retener y regular	Media
0.50 - 0.65	Bajo	Capacidad para retener y regular	Baja
< 0.50	Muy Bajo	Capacidad para retener y regular	Muy baja

**Figura 35.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo

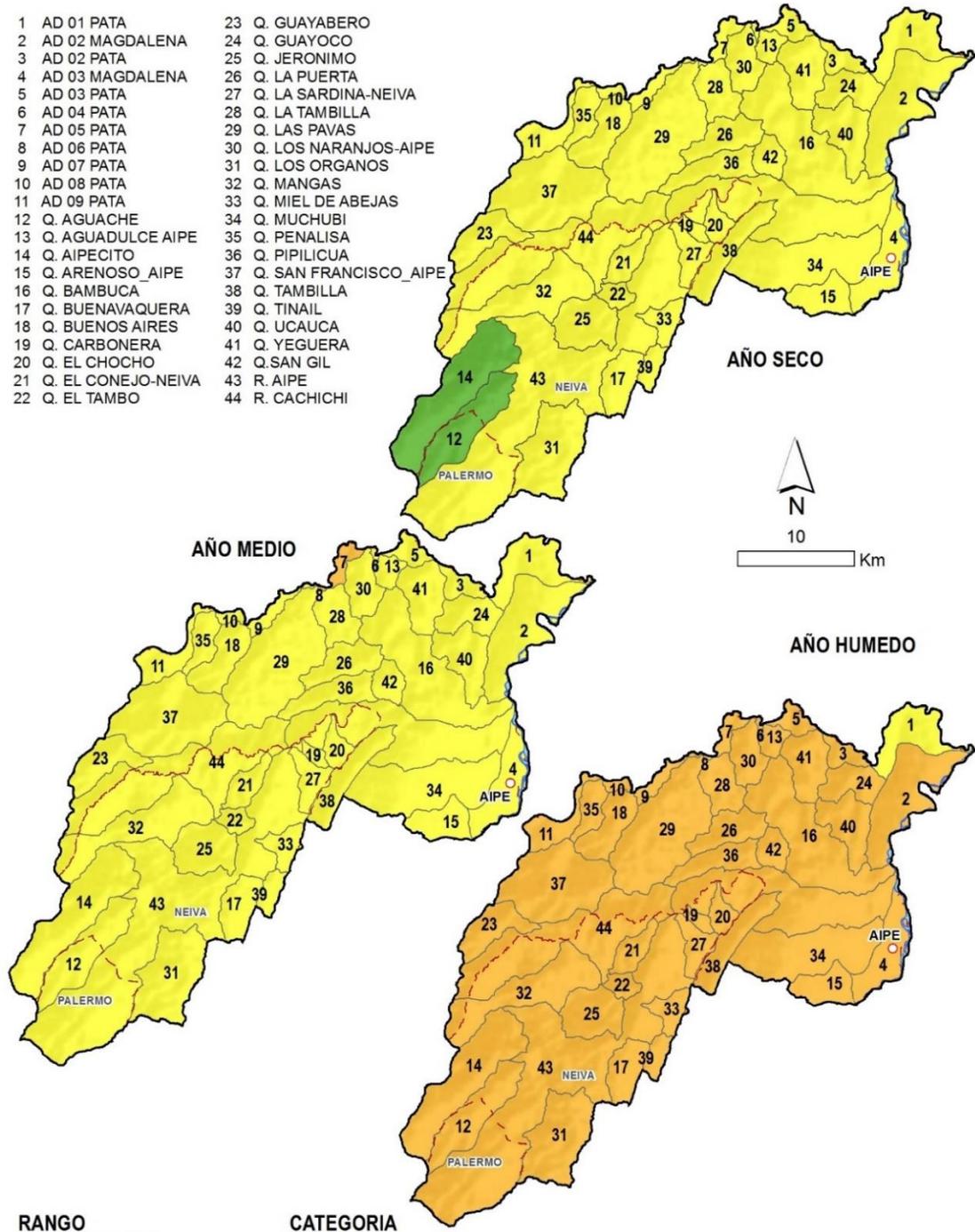
- 1 Q. AGUADULCE NEIVA
- 2 Q. AMBORCO
- 3 Q. CASTANAL
- 4 Q. CHIMBORAZO
- 5 Q. EL AGUILA
- 6 Q. EL ALBADAN\_STA\_MARIA
- 7 Q. EL ARRAYAN
- 8 Q. EL CEDRAL
- 9 Q. EL CHIFLON
- 10 Q. EL FRAILE
- 11 Q. EL IGUA
- 12 Q. EL NILO
- 13 Q. EL OSO
- 14 Q. EL PALMAR
- 15 Q. EL POTRERO
- 16 Q. EL RINCON
- 17 Q. FALDIQUERA
- 18 Q. GUAYABA
- 19 Q. LA CRUZADA
- 20 Q. LA ESPERANZA
- 21 Q. LA GUADUALOSA
- 22 Q. LA GUAGUA
- 23 Q. LA PIZARRA
- 24 Q. LA RAYA
- 25 Q. LA REMUDA
- 26 Q. LA SOLEDAD
- 27 Q. LA URRIAGA
- 28 Q. LAS MORAS
- 29 Q. MANILA

- 30 Q. MERCADERES
- 31 Q. PENAS BLANCAS
- 32 Q. SAN BENITO
- 33 Q. SAN FRANCISCO\_NEIVA
- 34 Q. SAN JERONIMO
- 35 Q. SAN JUAN
- 36 Q. SAN MIGUEL
- 37 Q. SANTA LUCIA
- 38 Q. SANTA MARIA
- 39 Q. VENTANAS
- 40 R. BACHE\_ALTO
- 41 R. BACHE\_BAJO
- 42 R. BACHECITO
- 43 R. EL CARMEN
- 44 R. TUNE\_ALTO
- 45 R. TUNE\_BAJO
- 46 R. YAYA



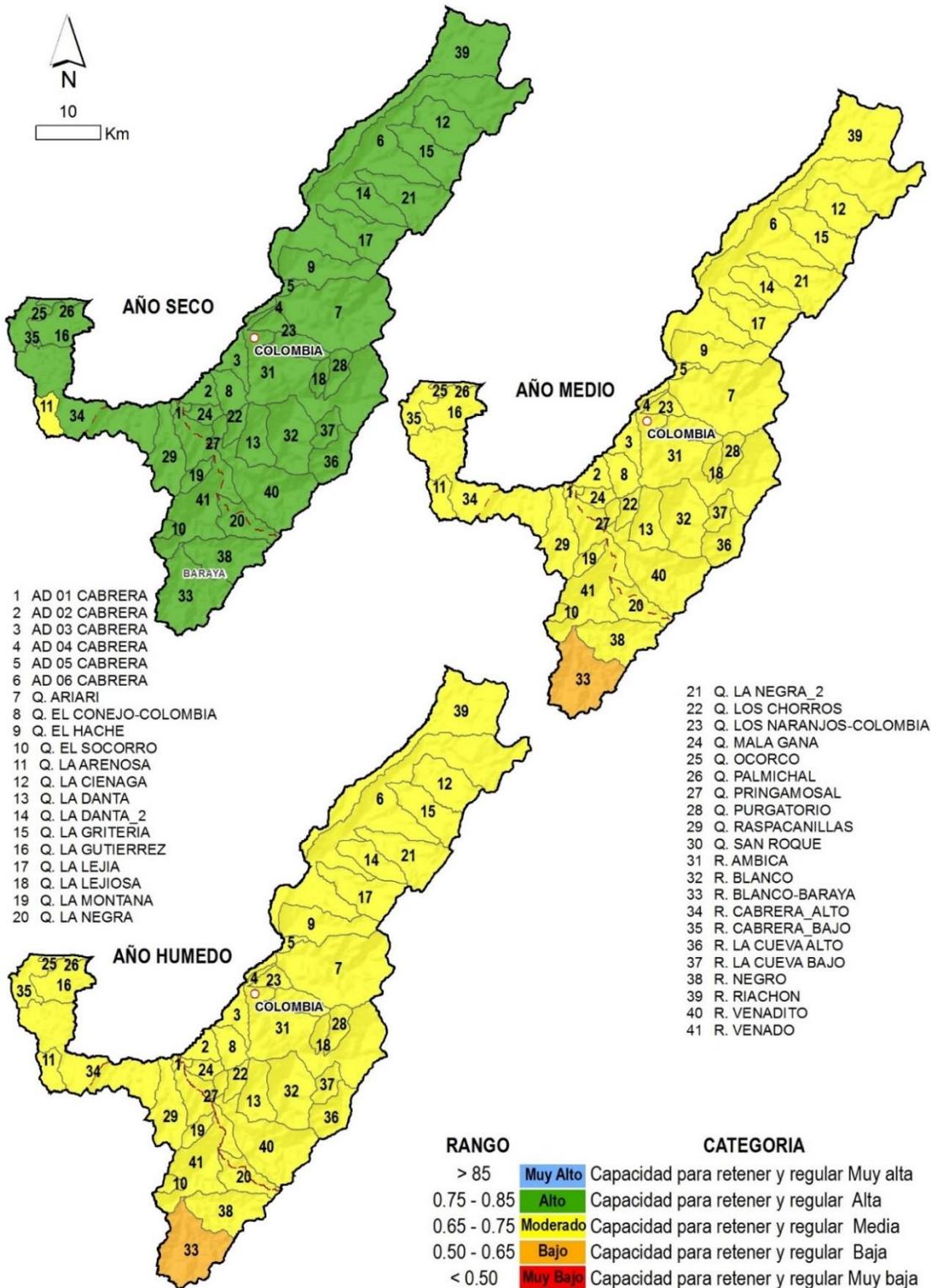
**Figura 36.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2112-Río Bache, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |

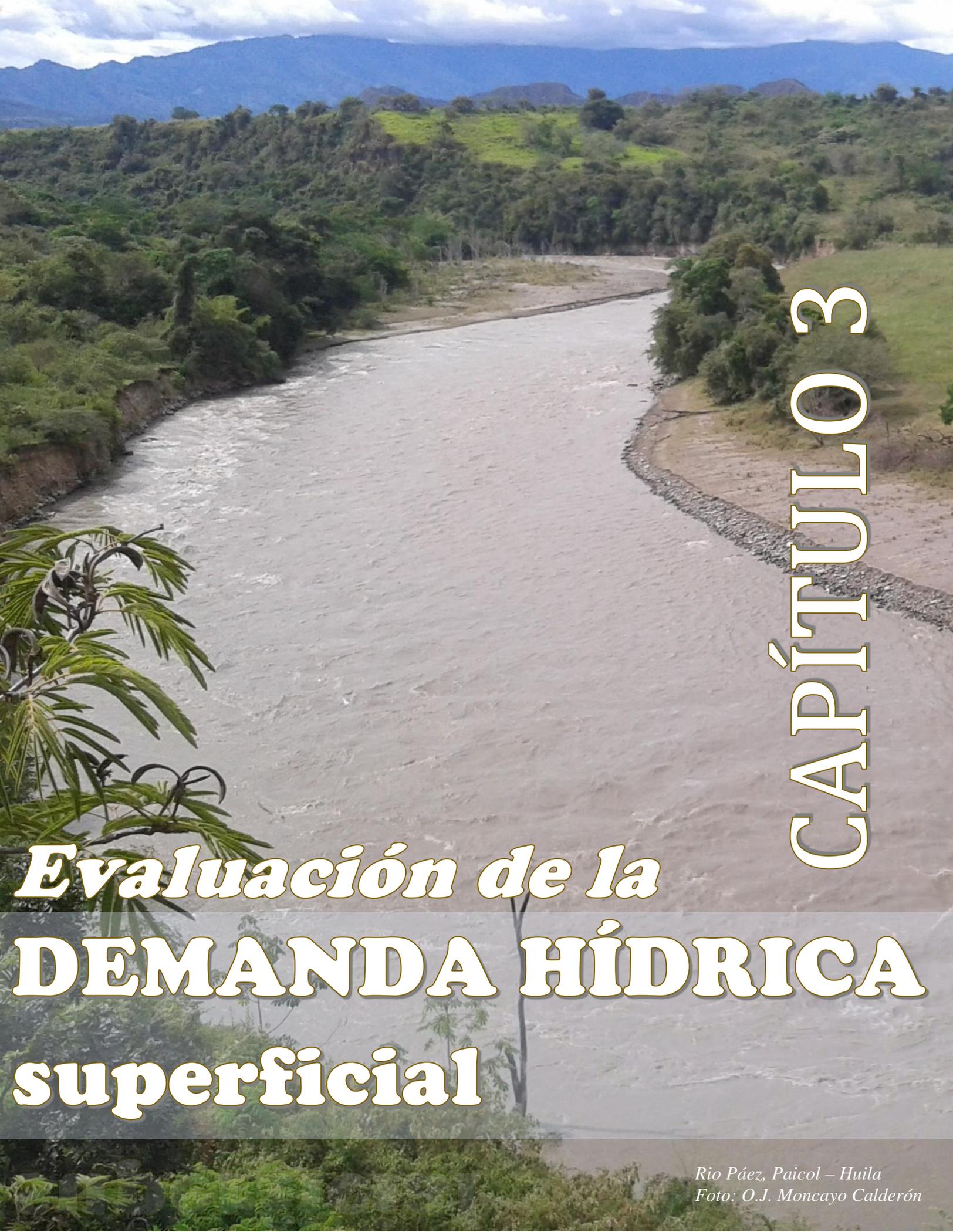


RANGO	CATEGORIA	Descripción
> 85	Muy Alto	Capacidad para retener y regular Muy alta
0.75 - 0.85	Alto	Capacidad para retener y regular Alta
0.65 - 0.75	Moderado	Capacidad para retener y regular Media
0.50 - 0.65	Bajo	Capacidad para retener y regular Baja
< 0.50	Muy Bajo	Capacidad para retener y regular Muy baja

**Figura 37.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



**Figura 38.** Mapas del Índice de Retención y Regulación Hídrica de la Subzona 2114-Río Cabrera, para los escenarios de los años hidrológicos seco, medio y húmedo



# CAPÍTULO 3

## *Evaluación de la* **DEMANDA HÍDRICA** **superficial**

Rio Páez, Paicol – Huila  
Foto: O.J. Moncayo Calderón

### 3.1. Marco conceptual

#### 3.1.1. Conceptos básicos

**Agua extraída:** Se define como el volumen de agua extraída de los sistemas naturales (superficiales o subterráneos) con el fin de suplir las necesidades y los requerimientos de consumo humano, producción sectorial y demandas esenciales de los ecosistemas existentes (sean intervenidos o no) [11].

**Consumo efectivo:** Se refiere a la cantidad real de agua que es utilizada en los procesos de producción económica, de servicios, comercio y consumo humano para satisfacer las necesidades fundamentales de la población en un periodo de tiempo determinado. El consumo efectivo regional se refiere al consumo bruto mas el almacenamiento, menos las descargas [11].

**Consumo intermedio efectivo:** Cuando se adolece de información sobre los consumos de agua de las actividades económicas, es necesario conocer los procesos productivos y sus actividades con el fin de establecer tales consumos. En este sentido, da cuenta del agua usada realmente como insumo y materia prima en los procesos [11].

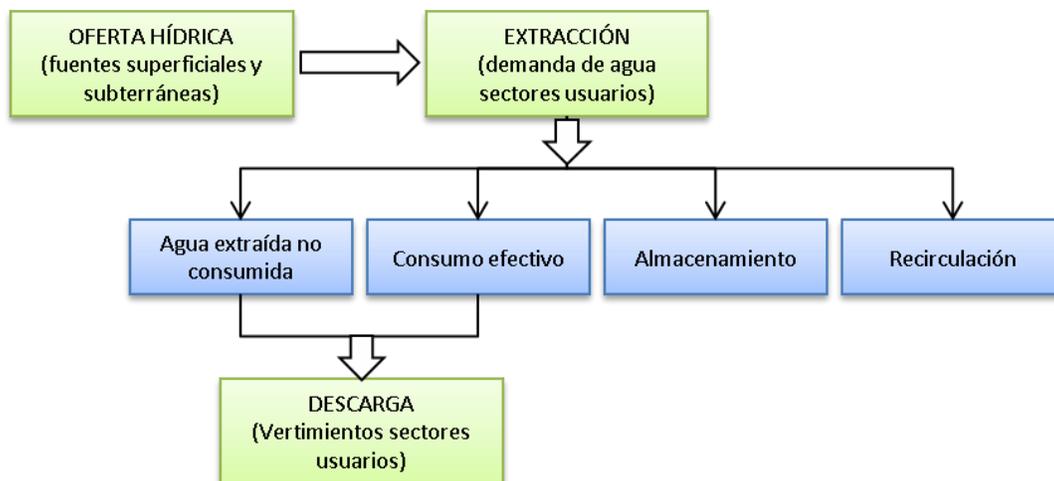


**Figura 39.** Conceptos básicos que definen la demanda hídrica regional. Fuente: (IDEAM, 2013).

**Cadena de consumo de agua:** Es aplicable al uso que se hace del agua en cada una de las etapas de los procesos productivos sectoriales. El consumo humano no se tiene en cuenta como proceso productivo [11].

**Agua extraída no consumida:** Aplicable a las demandas antrópicas en su conjunto. Llamado comúnmente en las regiones como sobrantes, se define como el volumen de agua, que es extraído del sistema hídrico y que no es utilizado efectivamente en ningún tipo de uso o consumo, retornando al sistema con variaciones en las condiciones de calidad originales. En el caso de los acueductos se entiende como las pérdidas por mantenimiento de las redes y pérdidas técnicas [11].

**Dinámica del uso y demanda de agua:** El recurso hídrico como todos los sistemas de la naturaleza, interactúan de manera simultánea entre sí, estableciendo de cierta forma un balance proporcional con entradas y salidas que conllevan a la regulación del ecosistema. Es por ello, que la dinámica del uso y demanda del agua está relacionada con la cantidad proporcional de recurso hídrico que es extraído para suplir una necesidad y que es consumido, almacenado, recirculado o vertido a través de una descarga a fuentes receptoras [11], tal como se representa en la siguiente figura.



**Figura 40.** Dinámica del uso de agua regional. Fuente: (IDEAM, 2013).

### Los sectores usuarios objeto de análisis

Se refieren a los agentes que usan el recurso para las diferentes actividades relacionadas en el Decreto 3930 de 2010, a saber:

- |                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| a. Consumo humano y doméstico.    | f. Industrial.                       |
| b. Preservación de flora y fauna. | g. Estético.                         |
| c. Agrícola.                      | h. Pesca, Maricultura y Acuicultura. |
| d. Pecuario.                      | i. Navegación y Transporte Acuático. |
| e. Recreativo.                    |                                      |

### 3.1.2. Indicadores del sistema hídrico

#### Índice de Uso de Agua superficial (IUA)

Se define como la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la Oferta Hídrica Regional Disponible Neta, para las mismas unidades cronológicas y espaciales. Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$IUA = \frac{Dh}{OHRD} * 100$$

**Ecuación 6**

Donde:

- IUA* Índice de uso del agua
- Dh*  $\Sigma$  (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado)
- OHRD* Oferta hídrica superficial regional disponible

Los rangos de valores de calificación para el IUA se describen a continuación.

**Tabla 6. Rangos y categorías del IUA. Fuente: (IDEAM, 2013)**

Rango (Dh/Oh)*100	Categoría	Significado
> 50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

### 3.2. Marco metodológico

La evaluación y caracterización de la demanda hídrica superficial en el departamento del Huila y el cálculo del IUA, se desarrolló con base a los lineamientos sugeridos por el IDEAM en la guía metodológica [11]. El análisis de la información disponible se realizó paralelamente a la estimación de la escorrentía superficial mediante la aplicación de la ecuación del balance hídrico; tras identificar los sectores de interés y los datos disponibles, se determinaron las inconsistencias, necesidades de ajuste y estrategias de mejoramiento de la información requerida en los métodos de cálculo seleccionados previamente.



**Figura 41.** Flujo de trabajo para la evaluación de la demanda de agua en las regiones. Fuente: (IDEAM, 2013)

Por otro lado, la ecuación que se describe a continuación se tuvo en cuenta al momento de estimar la demanda departamental de agua superficial. Como se puede apreciar, establece el total de los cálculos de las demandas de los diferentes sectores.

$$Dh = Ch + C_{ss} + C_{pff} + C_{sa} + C_{sp} + Cr + C_{si} + Ce + Cm + C_{sac} + C_{nt} + A_{enc}$$

#### Ecuación 7

Donde:

<i>Dh</i>	Demanda Hídrica
<i>Ch</i>	Consumo humano o doméstico
<i>C<sub>ss</sub></i>	Consumo del sector servicios
<i>C<sub>pff</sub></i>	Preservación de Fauna y Flora
<i>C<sub>sa</sub></i>	Consumo del sector Agrícola
<i>C<sub>sp</sub></i>	Consumo del sector pecuario
<i>Cr</i>	Consumo recreativo
<i>C<sub>si</sub></i>	Consumo del sector Industrial
<i>Ce</i>	Consumo del sector energía
<i>Cm</i>	Consumo de la minería
<i>C<sub>sac</sub></i>	Consumo del sector Pesca Maricultura y Acuicultura
<i>C<sub>nt</sub></i>	Consumo para la navegación y el transporte
<i>A<sub>enc</sub></i>	Agua extraída no consumida

Es importante resaltar que el cálculo de la demanda de agua superficial de cada uno de los diferentes sectores usuarios del recurso hídrico en el departamento del Huila y su incidencia en la estimación de la escorrentía superficial, se ve reflejada en el desarrollo de la ecuación del balance hídrico, aplicada a cada una de las 564 subcuencas hidrográficas. La demanda de agua de los cultivos, es decir de las distintas clases de coberturas vegetales del territorio, están incorporadas en el término de evapotranspiración real ETR; mientras que las demandas por consumo doméstico, agrícola, acuícola, pecuario, energía, industrial y minería, se incorporaron al cálculo de la escorrentía superficial en los términos Extracción (Ex) y Retorno (Rt) de la ecuación del balance hídrico.

Cabe destacar que la información asociada a las diferentes demandas se obtuvo principalmente de la base de datos de usuarios del recurso hídrico de la CAM; el conocimiento técnico del comportamiento de cada tipo de uso, en términos de

módulos de consumo de agua y estimación de porcentaje de retorno de los caudales concesionados, siempre se tomó como base de referencia.

### 3.3. Resultados

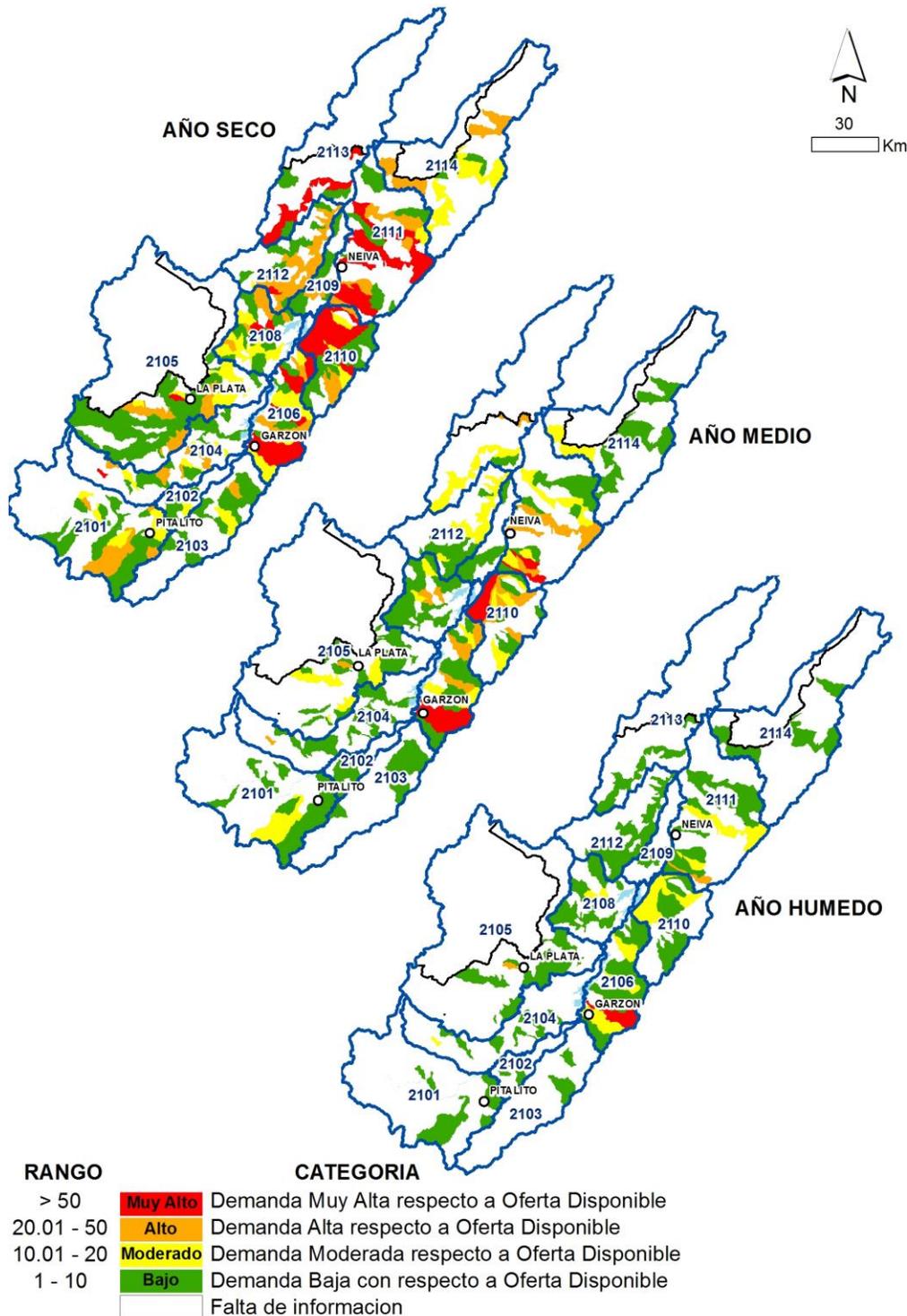
#### 3.3.1. Demanda de agua superficial en el departamento del Huila

**Tabla 7.** Demanda de agua superficial en el departamento del Huila por sectores expresado en litros por segundo -lps, año 2016.

SZH	USOS	ACUICOLA	AGRICOLA	DOMÉSTICO	ENERGÍA	INDUSTRIAL	MINERÍA	PECUARIO	TOTAL	%
2101	Alto Magdalena	20.0	691.2	876.9	0.0	1.7	0.0	3.0	1,592.8	2%
2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	4.3	649.0	136.6	0.0	0.4	0.0	1.7	791.9	1%
2103	Río Suaza	19.9	374.9	216.4	0.0	1.1	0.0	0.6	612.9	1%
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	1.6	553.2	305.4	11.2	1.3	0.0	3.5	876.2	1%
2105	Río Páez	0.0	1,976.3	416.7	15.0	15.5	0.0	27.2	2,450.7	4%
2106	Ríos directos Magdalena (md)	6,102.0	3,444.7	610.1	1,677.9	1.6	0.0	17.1	11,853.5	18%
2108	Río Yaguará y Río Iquira	3,898.8	3,616.4	173.7	1,683.0	14.0	0.0	6.4	9,392.3	14%
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	0.0	1,292.4	11.7	0.0	0.1	0.0	0.7	1,304.9	2%
2110	Río Neiva	12.0	13,285.8	249.4	0.0	1.0	0.0	3.4	13,551.6	20%
2111	Río Fortalecillas y otros	3.5	9,844.1	1,962.9	0.0	35.1	0.0	3.6	11,849.1	18%
2112	Río Bache	0.0	5,659.4	77.6	0.0	284.0	0.0	1.4	6,022.4	9%
2113	Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	172.2	2,478.6	94.2	0.0	0.0	0.2	0.7	2,746.0	4%
2114	Río Cabrera	0.0	3,418.8	18.9	0.0	0.4	0.0	0.2	3,438.2	5%
<b>Total general</b>		<b>10,234.3</b>	<b>47,284.6</b>	<b>5,150.6</b>	<b>3,387.1</b>	<b>356.1</b>	<b>0.2</b>	<b>69.4</b>	<b>66,482.4</b>	<b>100%</b>
<b>Porcentual %</b>		<b>15%</b>	<b>71%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100.0%</b>	

#### 3.3.2. Índice del Uso del Agua

A pesar de las limitaciones relacionadas con la información disponible respecto al uso del agua superficial, en la Figura 42 se puede evidenciar un estado crítico en el año hidrológico seco, representado por una demanda categorizada entre alta y muy alta en las subzonas hidrográficas de la 2106 a 2114, en las que cuales se identifica, claramente, una presión de la demanda muy alta sobre la oferta hídrica superficial disponible. Por otro lado, la situación en el departamento mejora en los años hidrológicos medio y húmedo, a excepción de algunas subcuencas de las subzonas 2106, 2108, 2110 y 2111.



**Figura 42.** Mapa regional del Índice de Usos del Agua (Superficial), para los años hidrológicos medio, seco y húmedo

Se presume que las Subzonas hidrográficas con alta presión de la demanda sobre la oferta hídrica superficial disponible, corresponden a zonas de mayor conflicto, asociadas a subcuencas que no registran usos del agua superficial de manera considerable. El color blanco denota la ausencia o insuficiencia de información; se espera en un plazo prudencial mejorar los registros de usuario del recurso hídrico en el departamento del Huila.

### **2101 - Alto Magdalena, 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena, 2103 - Río Suaza, y 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi)**

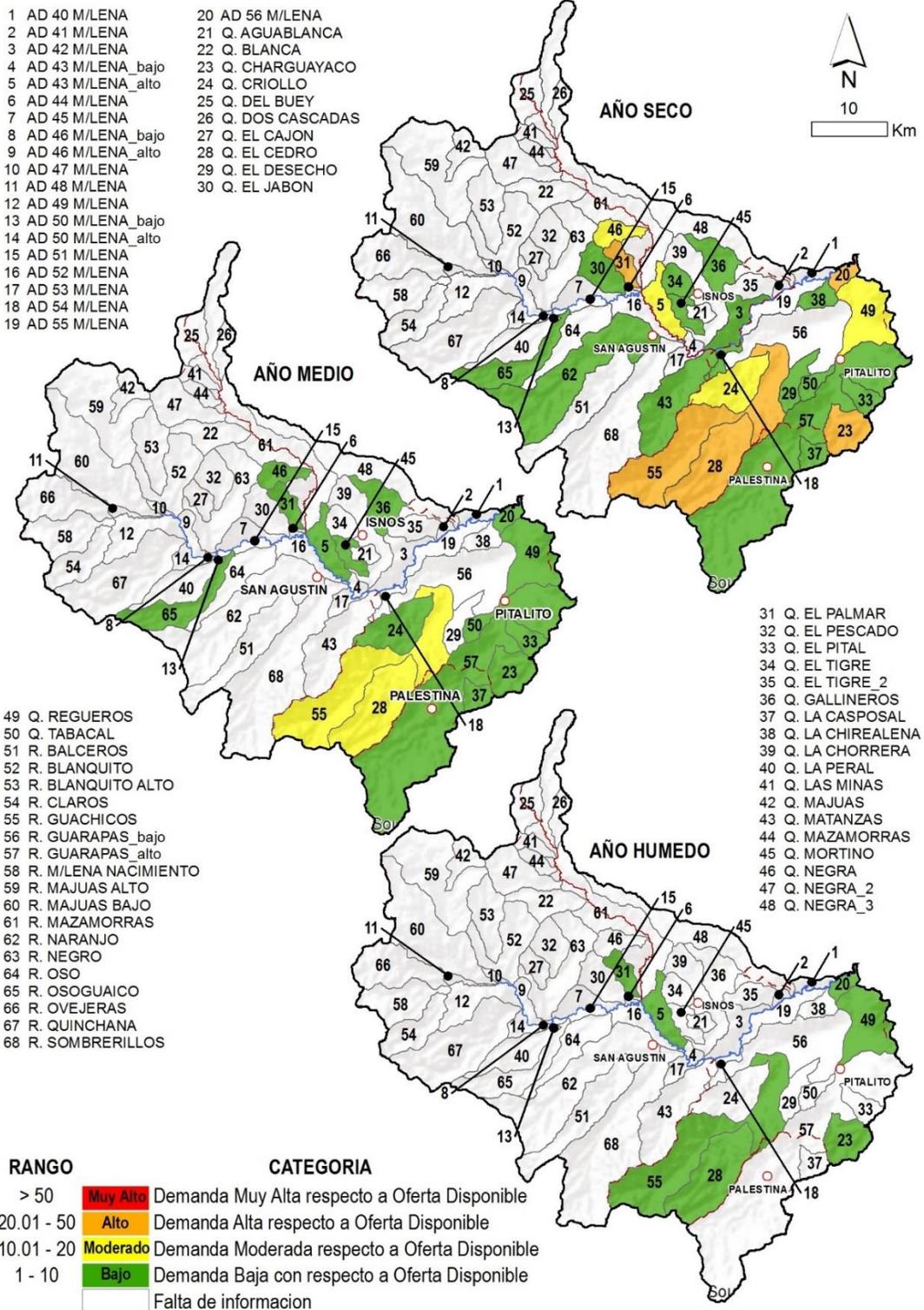
Las subzonas hidrográficas de las 2101 a 2104 presentan un comportamiento relativamente parecido en cuanto al índice de uso del agua superficial. En los mapas del año hidrológico seco se pueden visualizar las subcuencas para las cuales se registran usos significativos del agua, algunas de ellas incluso se categorizan en demanda alta respecto a la oferta hídrica superficial disponible; las demás subcuencas en color blanco se deben interpretar como zonas que no poseen información disponible. Por otro lado, en los años hidrológicos medio y húmedo varias de las subcuencas que se clasificaban con índices de uso de agua altos se categorizan en demanda baja en relación a la oferta hídrica superficial disponible (Ver Figura 43 a Figura 46)

### **2105 - Río Páez**

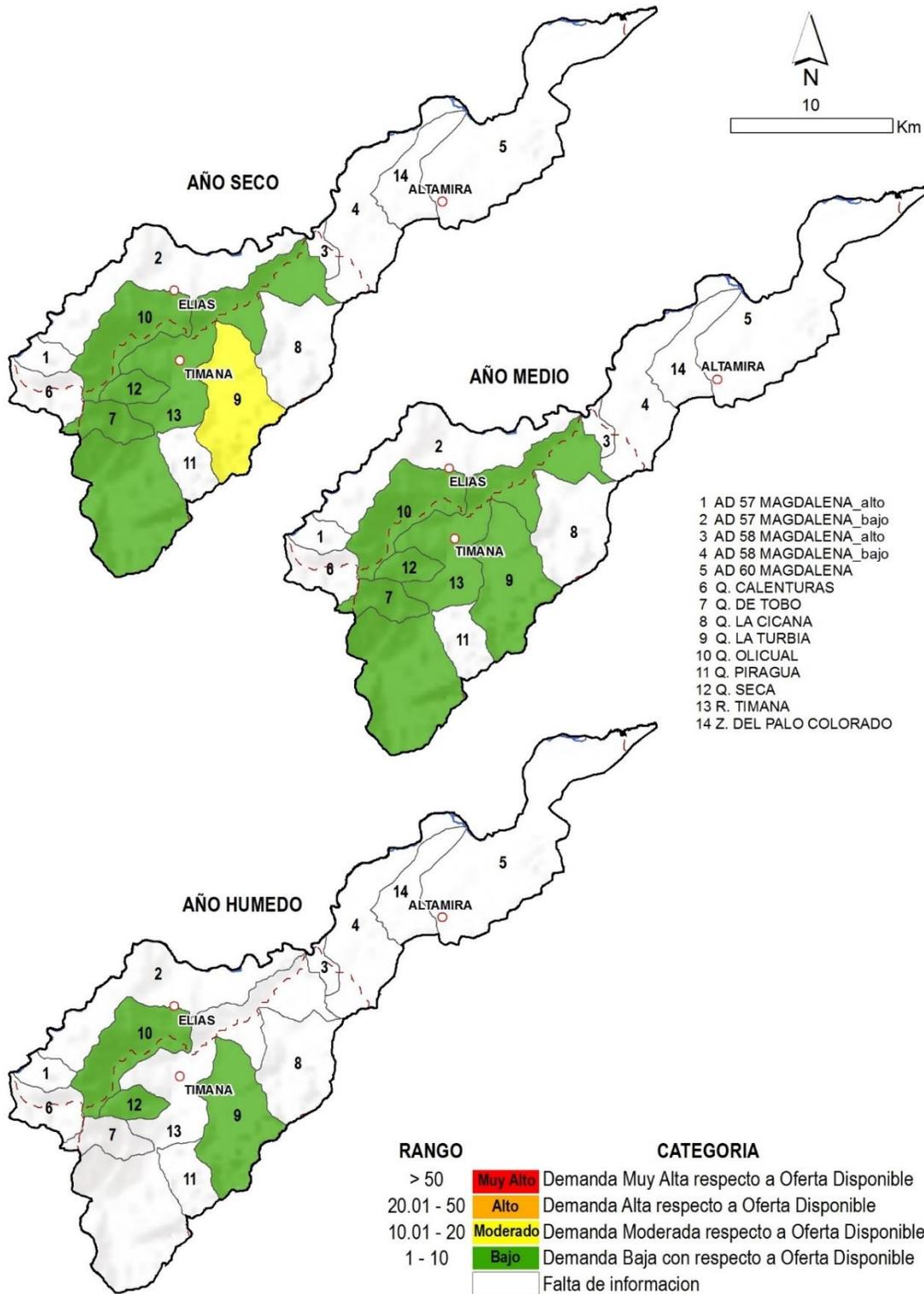
Para esta subzona hidrográfica, en el año hidrológico medio cuatro subcuencas poseen índices de uso del agua (superficial) moderado, una subcuenca se caracteriza por tener un IUA alto, 13 subcuencas con IUA Bajo y los 51 restantes no poseen información disponible. Para el año hidrológico seco seis Subcuencas presentan un IUA Alto, cuatro IUA moderado, la Subcuenca No 20 Quebrada Barbillas, fuente abastecedora del casco Urbano del municipio de la Plata, presenta un IUA Muy alto. Respecto al año hidrológico húmedo la condición de IUA mejora para la mayoría de las subcuencas, excluyendo la Subcuenca No 20 Quebrada Barbillas, cuyo IUA alto se mantiene alto (Ver Figura 47)

### **2106 - Ríos directos Magdalena (md)**

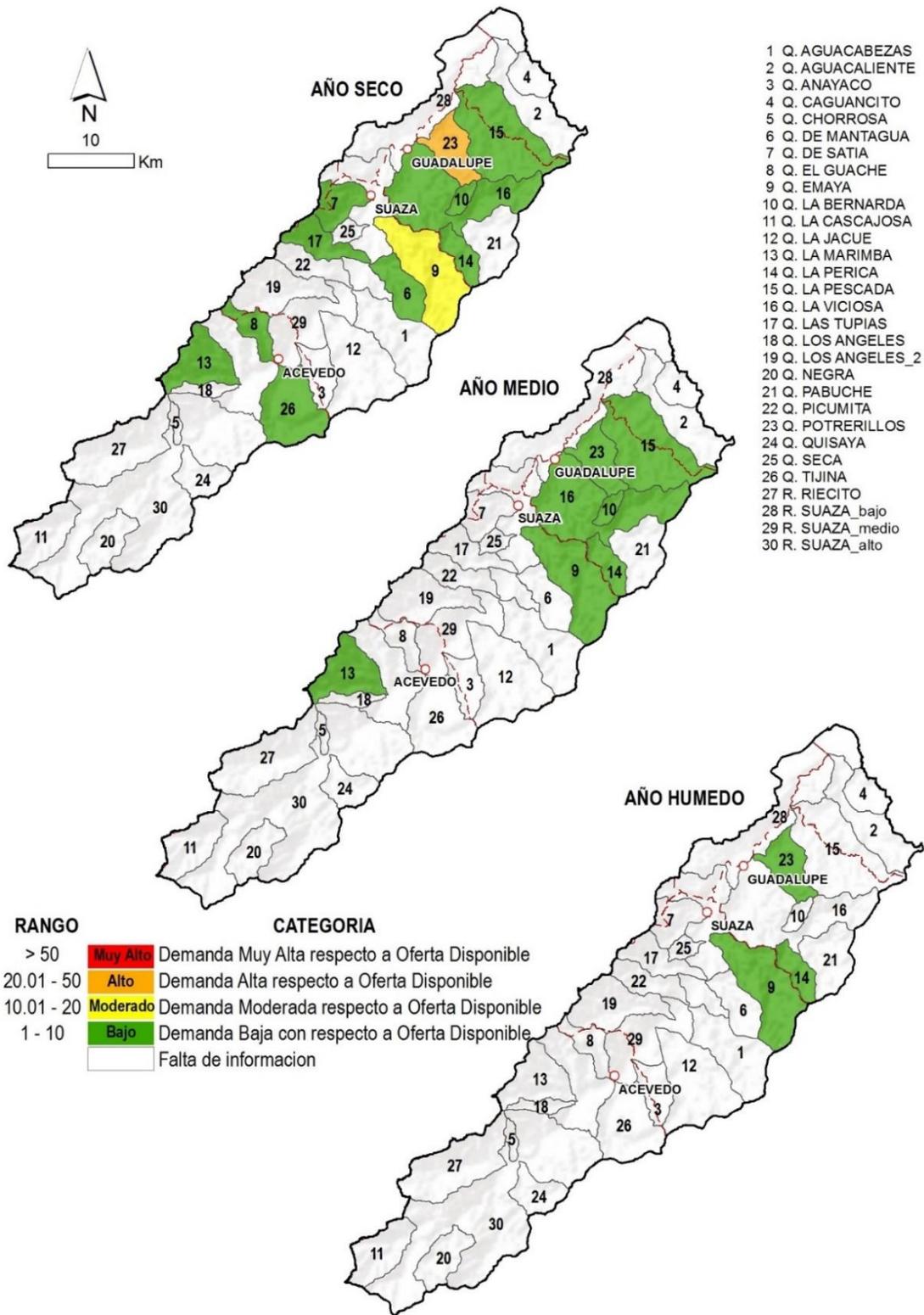
El mapa del IUA correspondiente al año hidrológico medio muestra que las dos subcuencas de gran tamaño, correspondiente la Q. Majó y la Q. Garzón, poseen una demanda muy alta respecto a la oferta disponible, además de las subcuencas Q. La honda, Q las vueltas y Q. el Hobo; también se puede visualizar que las subcuencas Q. el pescador y Rio loro se caracterizan por tener un IUA moderado, el resto de la Subzona presenta IUA Bajo y Muy bajo. En el año hidrológico seco la situación es crítica, la mayoría de subcuencas poseen demandas de agua superficial altas o muy altas respecto a la oferta hídrica disponible. Sin embargo, en el año hidrológico húmedo las condiciones tienden a mejorar (Ver Figura 48).



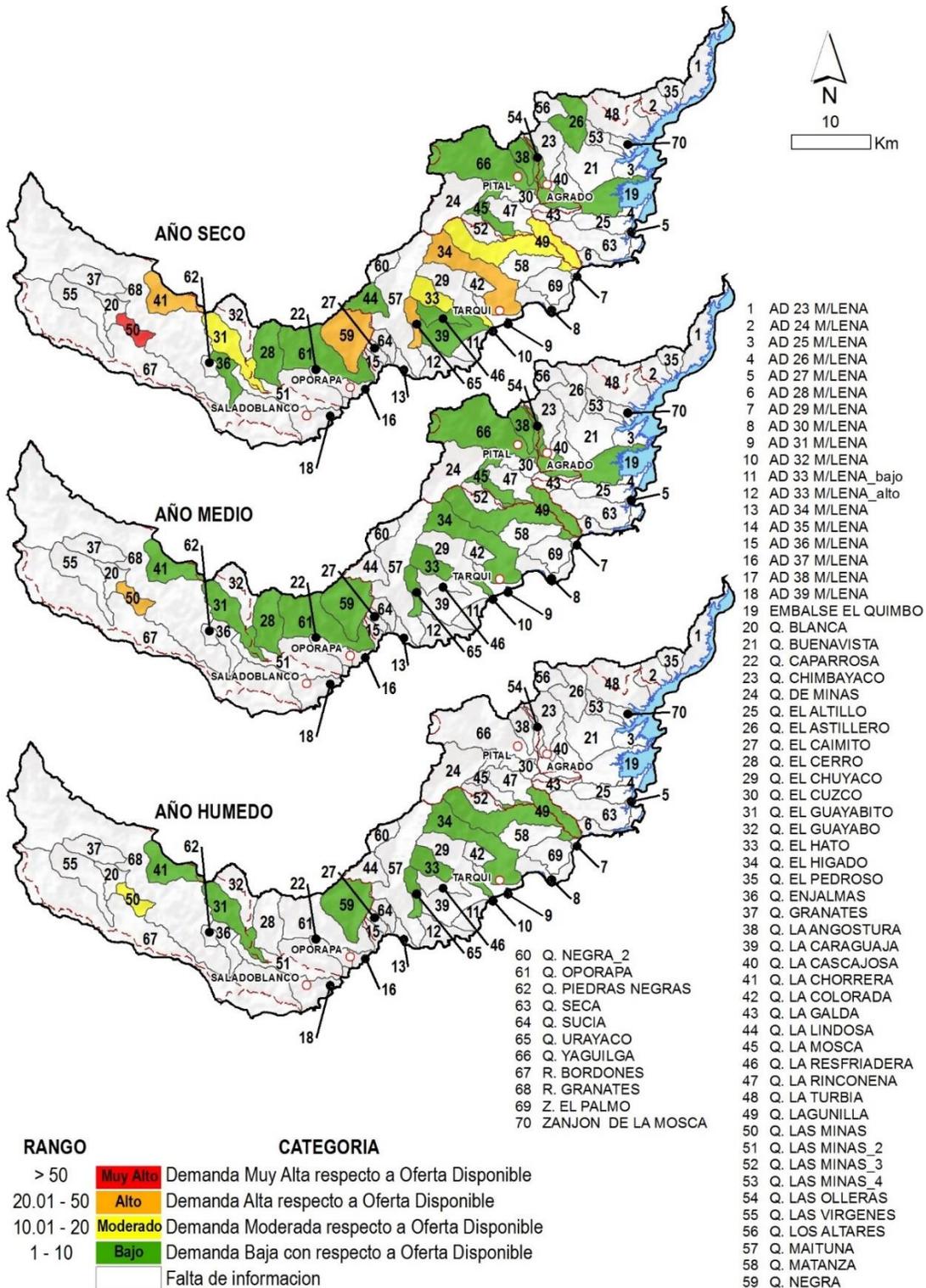
**Figura 43.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 44.** Mapas de Índice del Uso del Agua (superficial) de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

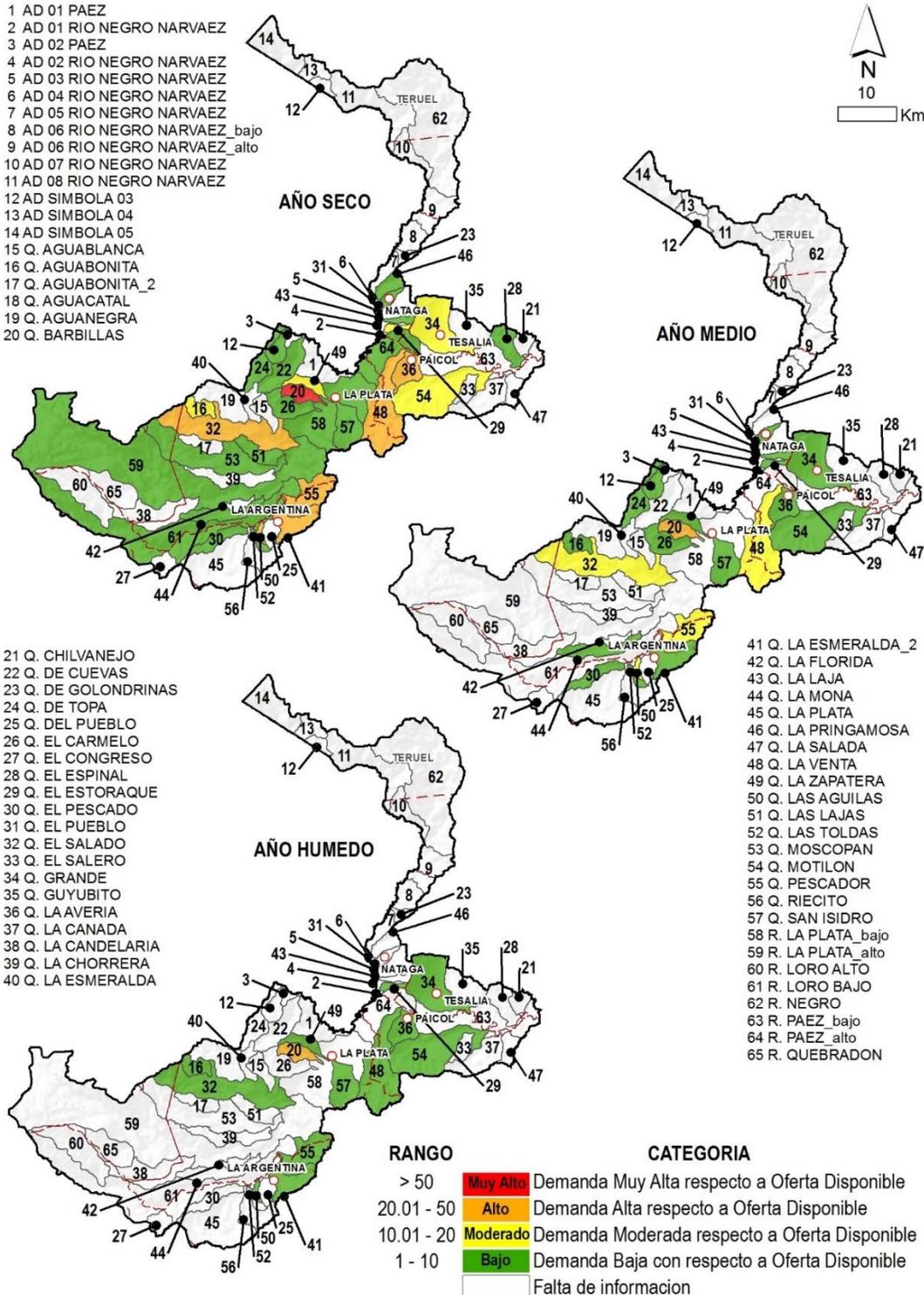


**Figura 45.** Mapas de Índice del Uso del Agua (Superficial) de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

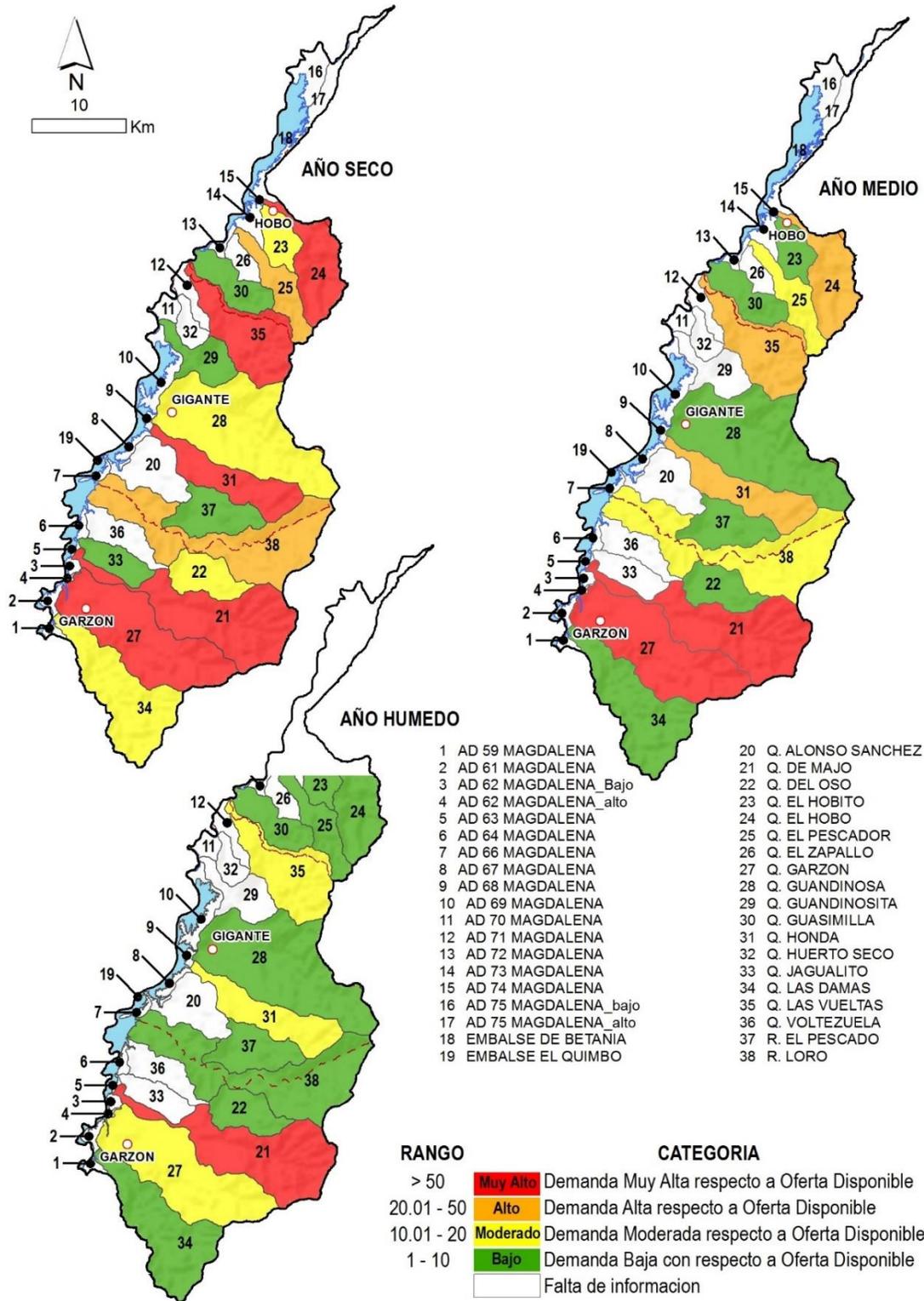


**Figura 46.** Mapas del Índice del Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- 1 AD 01 PAEZ
- 2 AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ
- 3 AD 02 PAEZ
- 4 AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ
- 5 AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ
- 6 AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ
- 7 AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ
- 8 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_bajo
- 9 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_alto
- 10 AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ
- 11 AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ
- 12 AD SIMBOLA 03
- 13 AD SIMBOLA 04
- 14 AD SIMBOLA 05
- 15 Q. AGUABLANCA
- 16 Q. AGUABONITA
- 17 Q. AGUABONITA\_2
- 18 Q. AGUACATAL
- 19 Q. AGUANEGRA
- 20 Q. BARBILLAS



**Figura 47.** Mapas del Índice del Uso del Agua (Superficial) de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 48.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

## 2108 - Río Yaguará

En el año hidrológico medio dos subcuencas presentan una condición crítica relacionada con IUA alto, estas corresponden al Río Pedernal Bajo y Río Iquira Bajo; la Subcuenca Q. Grande presenta IUA Moderado, en tanto que demás subcuencas de la Subzona hidrográficas muestran un IUA Bajo y muy Bajo. Para el año hidrológico seco, dos subcuencas se caracterizan por tener IUA categorizados como muy Alto; cinco subcuencas, Q. la Colorada, Q. Grande, Río la María, Río Pedernal Alto y Q. el Medio, alcanzan un IUA Alto; cuatro subcuencas presentan IUA moderado, en tanto que las otras subcuencas restantes se categorizan con IUA Bajo o carecen de información. En lo referente al año hidrológico húmedo la situación del IUA mejora considerablemente, sólo se mantienen las subcuencas del Río Iquira Bajo y Río Pedernal Bajo en condición de IUA moderado (*Ver Figura 49*).

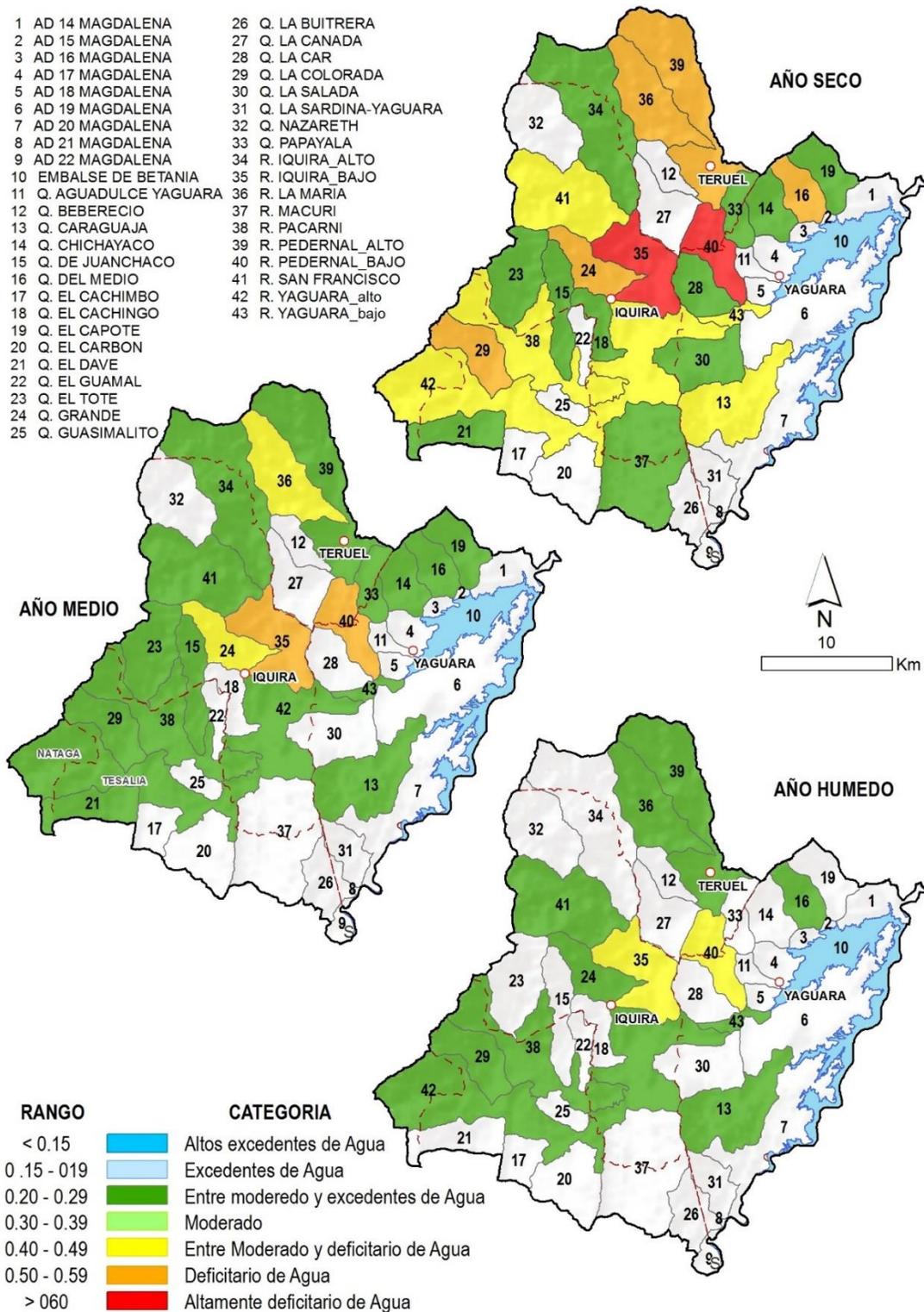
## 2109 - Juncal y otros Ríos directos al Magdalena

En general esta Subzona presenta un IUA Bajo y carece considerablemente de información, cabe destacar que en el año hidrológico seco la subcuenca de la Qda. La Sardinata alcanza un IUA alto (*Ver Figura 50*).

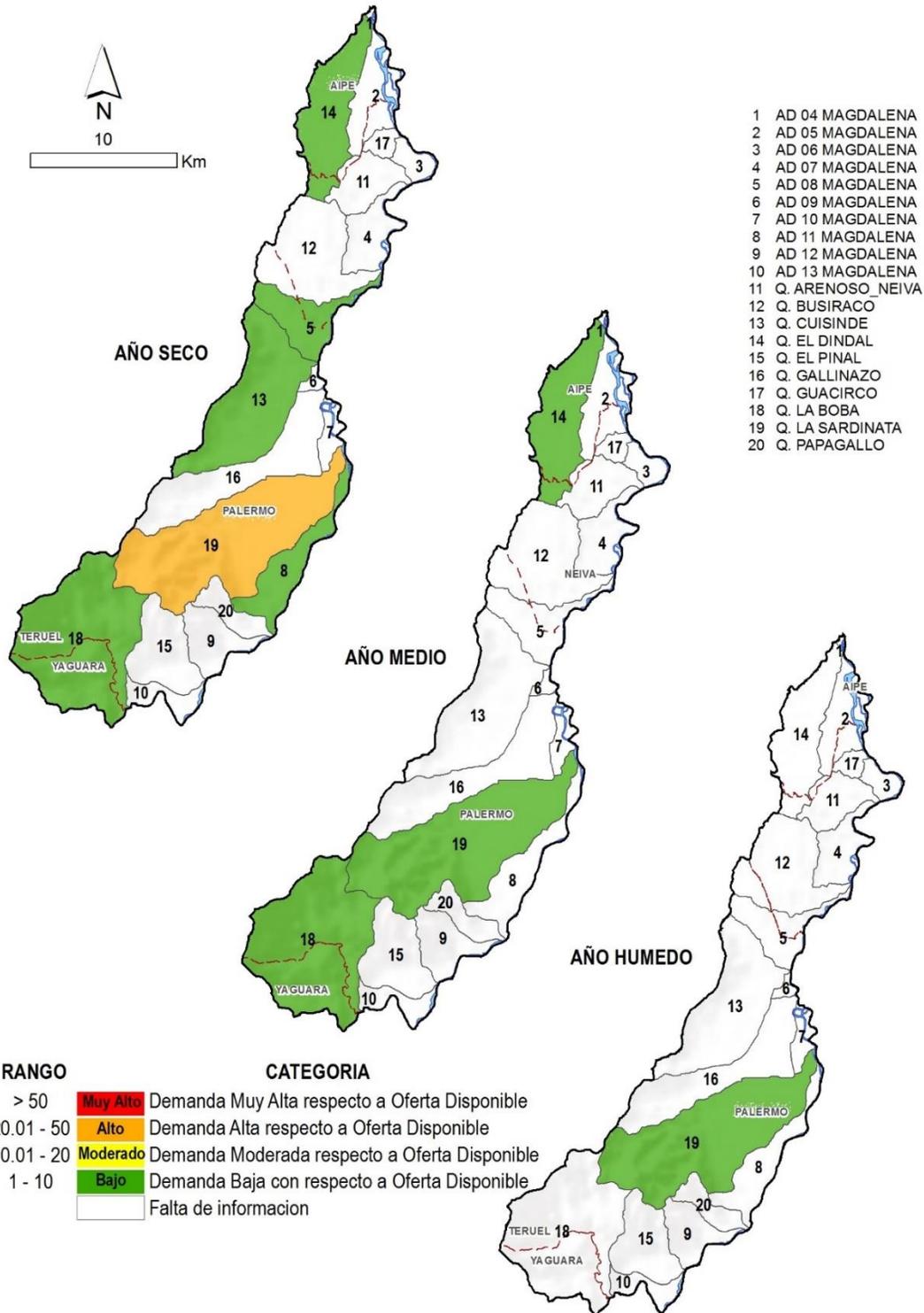
## 2110 - Río Neiva

Para el año hidrológico medio cinco subcuencas presentan una situación crítica, la Q. La Ciénaga con un IUA Muy alto; Río Frío Campoalegre, Río Neiva Bajo, Q. Los negros y Q. La Tapias con IUA Alto; el resto de la subzona presenta una demanda de agua superficial entre moderada, baja o carece de información. Para el año hidrológico seco el contexto empora las condiciones, las subcuencas Q. La Ciénaga, Río Frío Campoalegre, Q. Rivera, Q. Otás, Q. Caraguaja, Q. Los Negros y Río Neiva Bajo aparecen con IUA muy alto; otras cuatro subcuencas poseen un IUA Alto, tales como, Q. El Albadan, Q. La Perdiz, Q. Las Damas y El Quebradón Sur, el resto de la subzona se clasifica con demanda Moderada, Baja o carece de información. Finalmente, en el año hidrológico húmedo las áreas críticas presentan un IUA Moderado (*Ver Figura 51*).

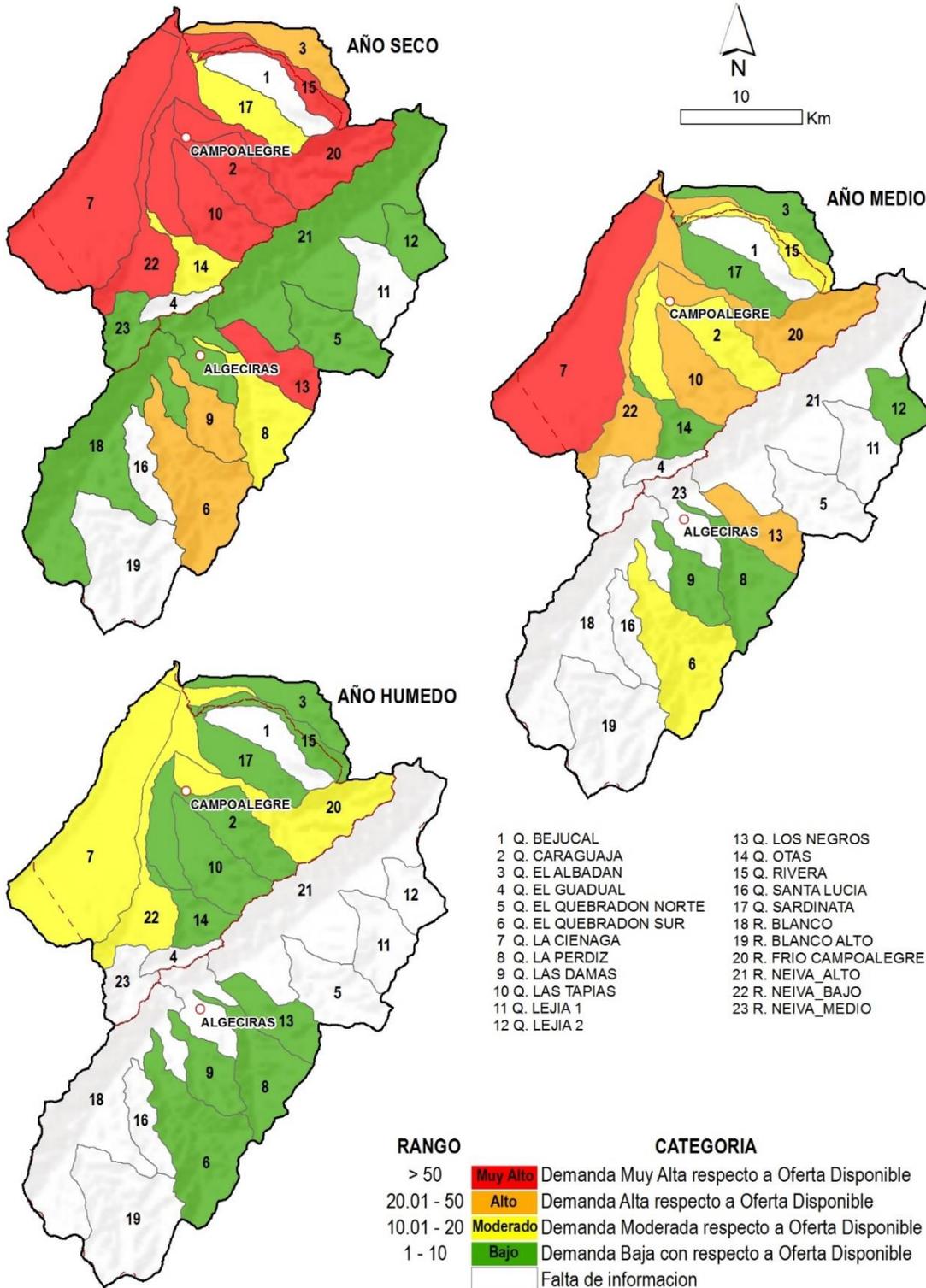
- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 AD 14 MAGDALENA       | 26 Q. LA BUITRERA        |
| 2 AD 15 MAGDALENA       | 27 Q. LA CANADA          |
| 3 AD 16 MAGDALENA       | 28 Q. LA CAR             |
| 4 AD 17 MAGDALENA       | 29 Q. LA COLORADA        |
| 5 AD 18 MAGDALENA       | 30 Q. LA SALADA          |
| 6 AD 19 MAGDALENA       | 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA |
| 7 AD 20 MAGDALENA       | 32 Q. NAZARETH           |
| 8 AD 21 MAGDALENA       | 33 Q. PAPAYALA           |
| 9 AD 22 MAGDALENA       | 34 R. IQUIRA_ALTO        |
| 10 EMBALSE DE BETANIA   | 35 R. IQUIRA_BAJO        |
| 11 Q. AGUADULCE YAGUARA | 36 R. LA MARÍA           |
| 12 Q. BEBERECIO         | 37 R. MACURI             |
| 13 Q. CARAGUAJA         | 38 R. PACARNI            |
| 14 Q. CHICHAYACO        | 39 R. PEDERNAL_ALTO      |
| 15 Q. DE JUANCHACO      | 40 R. PEDERNAL_BAJO      |
| 16 Q. DEL MEDIO         | 41 R. SAN FRANCISCO      |
| 17 Q. EL CACHIMBO       | 42 R. YAGUARA_alto       |
| 18 Q. EL CACHINGO       | 43 R. YAGUARA_bajo       |
| 19 Q. EL CAPOTE         |                          |
| 20 Q. EL CARBON         |                          |
| 21 Q. EL DAVE           |                          |
| 22 Q. EL GUAMAL         |                          |
| 23 Q. EL TOTE           |                          |
| 24 Q. GRANDE            |                          |
| 25 Q. GUASIMALITO       |                          |



**Figura 49.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 50.** Mapas del Índice del Uso del Agua (Superficial) de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 51.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

### 2111 - Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena

En el año hidrológico medio el uso del agua es preocupante en cinco subcuencas; en la Q. La Medina y Río Frío Rivera el IUA es muy alto, mientras que en Q. La Honda Rivera, Río Las Ceibas Bajo y Río Fortalecillas el IUA es Alto, el resto de la subzona presenta una demanda entre Moderada, Baja o carece de información. Para el año hidrológico seco aumentan las subcuencas en condiciones críticas, en total nueve subcuencas registran IUA Muy alto, estas son: Río Villavieja, Q. El Aceite, Río Fortalecillas, Río Ceibas Bajo, Q. Jagual, Q. La Medina, Q. La Honda, AD 77 y Río Frío Rivera; otras seis subcuencas aparecen con IUA Alto: AD 76, Q. El Neme, Q. Arenoso NR, Q. Las Juntas, Q. Romero y el Río Guarocó. Finalmente, en el año hidrológico húmedo el IUA disminuye considerablemente, la subcuenca Río Frío Rivera presenta una demanda alta; en tanto que el Río Fortalecillas y Q. La Medina, alcanzan una demanda moderada (*Ver Figura 52*)

### 2112 - Río Bache

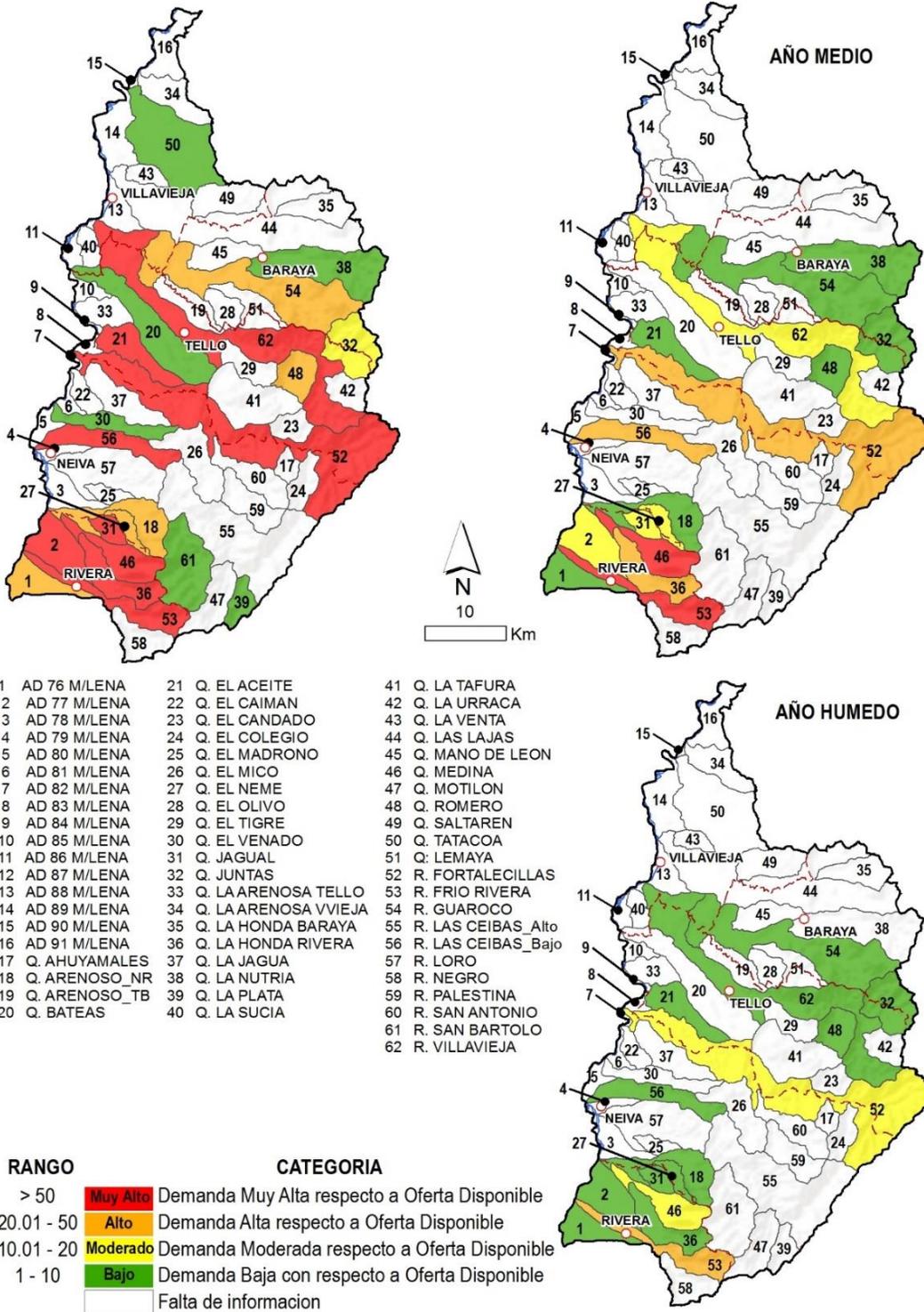
Las subcuencas, Q. San Juan y Río Baché Bajo presentan un IUA moderado en el año hidrológico medio, el resto de la subzona evidencia una demanda de agua superficial baja o la información es insuficiente. En el año hidrológico seco una subcuenca, correspondiente a la Q. San Juan, registra una demanda muy alta; mientras que seis subcuencas alcanzan un IUA alto, las cuales son la Q. San Benito, Q. El Nilo, Río Tune Alto, Q. La Urriaga, Q. La Guagua y Río Baché Bajo; las demás presentan una demanda baja o carece de información (*Ver Figura 53*).

### 2113 - Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena

Para el año hidrológico medio las subcuencas, AD 03 Patá y AD 01 Patá, presentan una demanda hídrica alta, el Río Aipe un IUA moderado, en tanto que para las demás subcuencas el IUA es bajo; Tres Subcuenca alcanzan un IUA muy alto, en el año hidrológico seco, estas corresponden a AD 01 Patá, AD 03 Patá y Río Aipe; la Q. Muchubi presenta una demanda baja, la situación para el resto de la subzona se desconoce (*Ver Figura 54*).

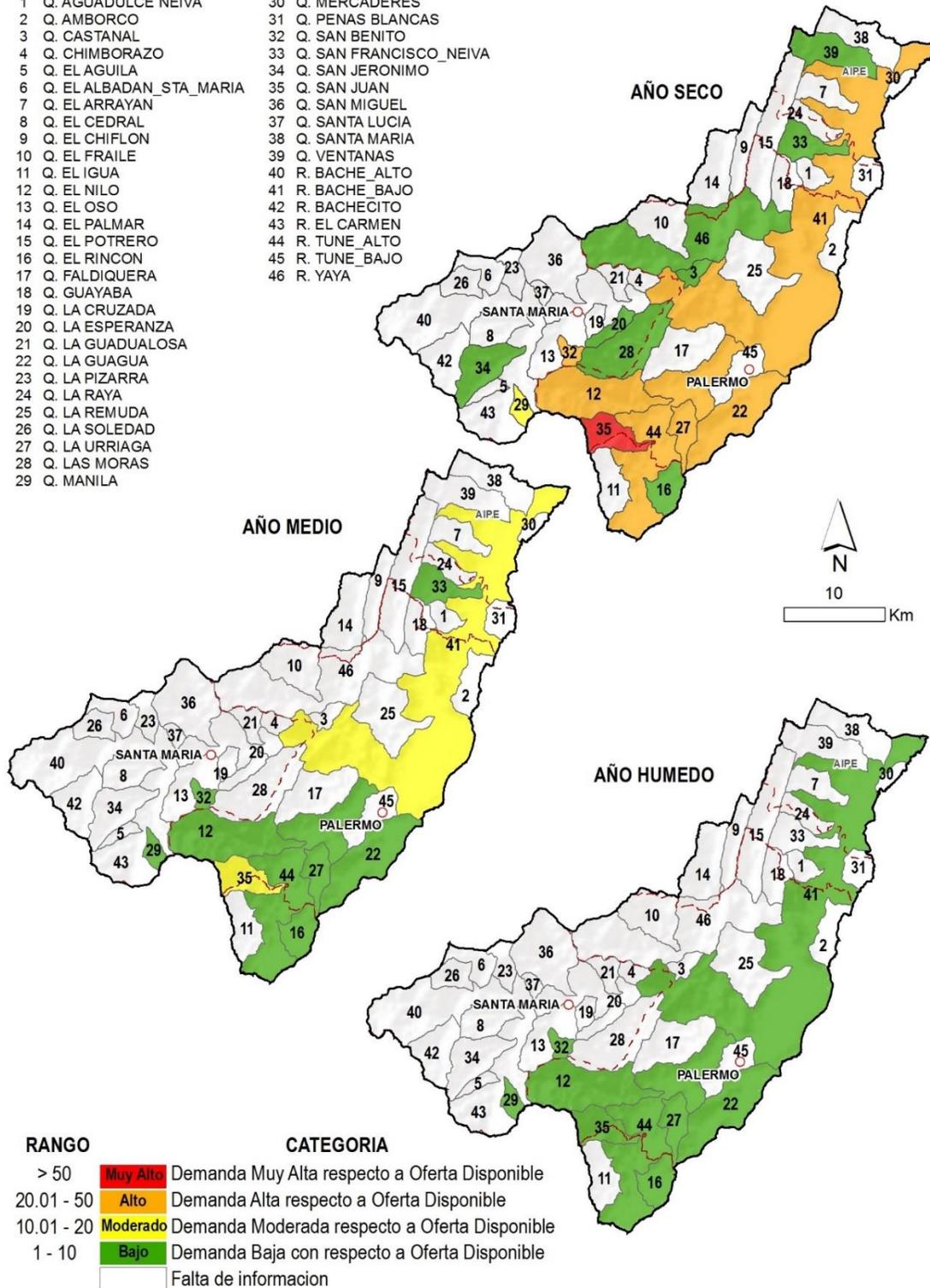
### 2114 - Río Cabrera

La subzona presenta una IUA Bajo o carece de información para el año hidrológico medio, solamente la subcuenca Río Cabrera Alto presenta una demanda moderada. En el año hidrológico seco la situación cambia un poco, la subcuenca del Río Cabrera Alto presenta un IUA muy alto, dos Subcuencas alcanzan un IUA alto, mientras que la subcuenca Río Ambicá y Río Venado, se clasifican con el IUA moderado. Para el año hidrológico húmedo, se visualiza un IUA bajo o carece de información (*Ver Figura 55*)



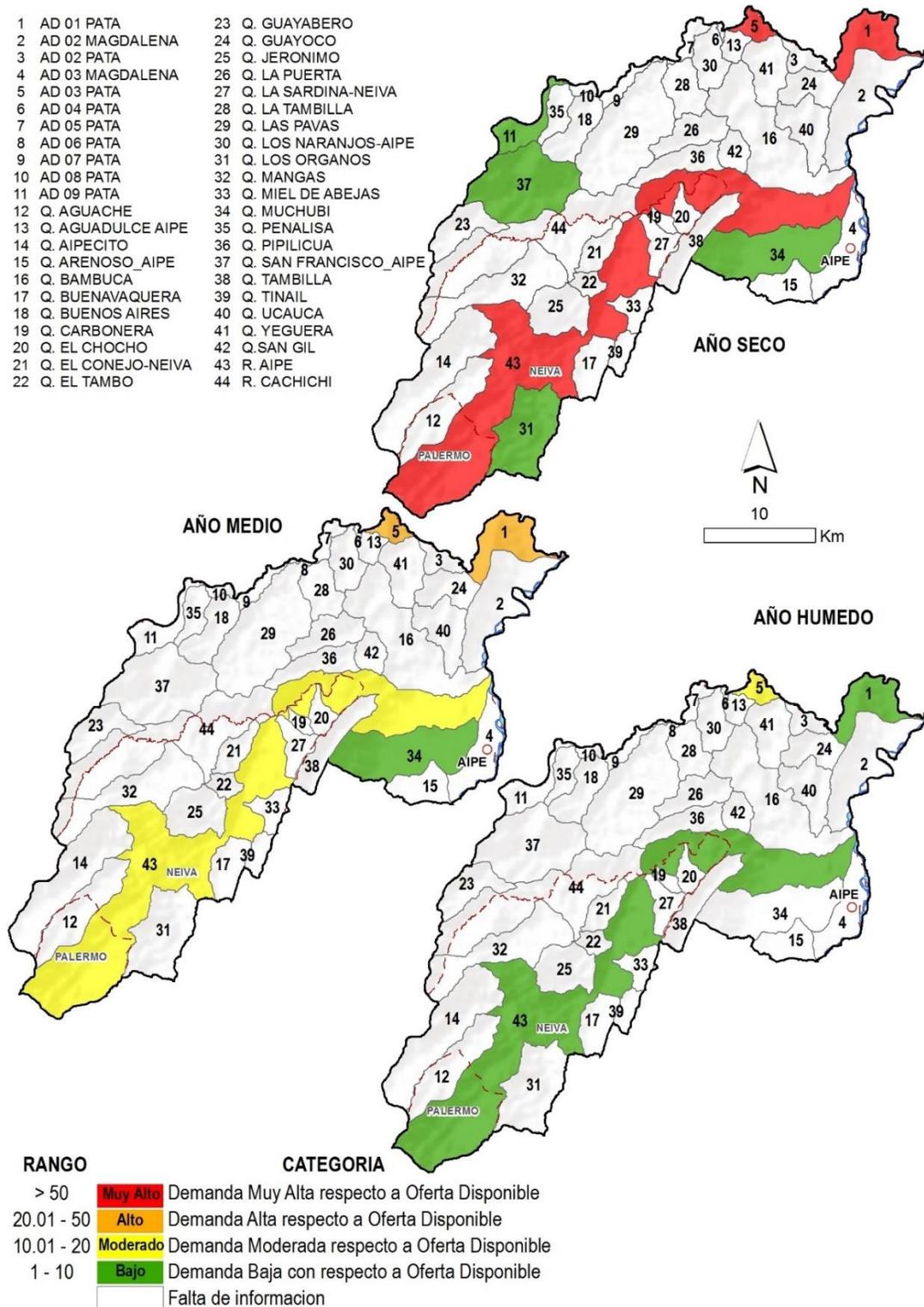
**Figura 52.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Q. AGUADULCE NEIVA      | 30 Q. MERCADERES          |
| 2 Q. AMBORCO              | 31 Q. PENAS BLANCAS       |
| 3 Q. CASTANAL             | 32 Q. SAN BENITO          |
| 4 Q. CHIMBORAZO           | 33 Q. SAN FRANCISCO_NEIVA |
| 5 Q. EL AGUILA            | 34 Q. SAN JERONIMO        |
| 6 Q. EL ALBADAN_STA_MARIA | 35 Q. SAN JUAN            |
| 7 Q. EL ARRAYAN           | 36 Q. SAN MIGUEL          |
| 8 Q. EL CEDRAL            | 37 Q. SANTA LUCIA         |
| 9 Q. EL CHIFLON           | 38 Q. SANTA MARIA         |
| 10 Q. EL FRAILE           | 39 Q. VENTANAS            |
| 11 Q. EL IGUA             | 40 R. BACHE_ALTO          |
| 12 Q. EL NILO             | 41 R. BACHE_BAJO          |
| 13 Q. EL OSO              | 42 R. BACHECITO           |
| 14 Q. EL PALMAR           | 43 R. EL CARMEN           |
| 15 Q. EL POTRERO          | 44 R. TUNE_ALTO           |
| 16 Q. EL RINCON           | 45 R. TUNE_BAJO           |
| 17 Q. FALDIQUERA          | 46 R. YAYA                |
| 18 Q. GUAYABA             |                           |
| 19 Q. LA CRUZADA          |                           |
| 20 Q. LA ESPERANZA        |                           |
| 21 Q. LA GUADUALOSA       |                           |
| 22 Q. LA GUAGUA           |                           |
| 23 Q. LA PIZARRA          |                           |
| 24 Q. LA RAYA             |                           |
| 25 Q. LA REMUDA           |                           |
| 26 Q. LA SOLEDAD          |                           |
| 27 Q. LA URRIAGA          |                           |
| 28 Q. LAS MORAS           |                           |
| 29 Q. MANILA              |                           |

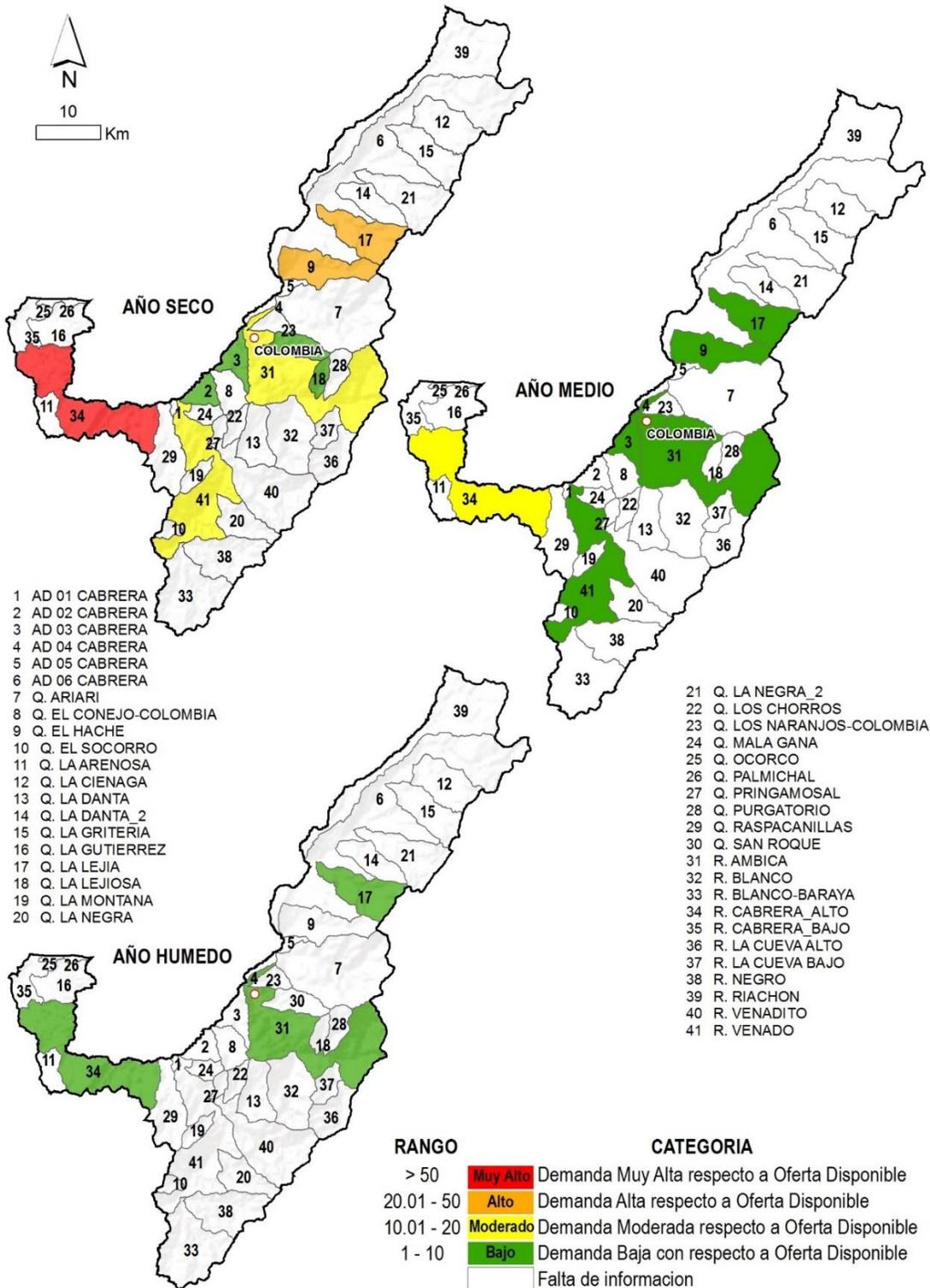


**Figura 53.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |



**Figura 54.** Mapas del Índice de Uso del Agua (superficial) de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 55.** Mapas del Índice del Uso del Agua (superficial) de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



CAPÍTULO 4

*Evaluación de la*  
**CALIDAD HÍDRICA**  
**superficial**

Quebrada la Ciénaga, Campoalegre – Huila  
Foto: O.J. Moncayo Calderón

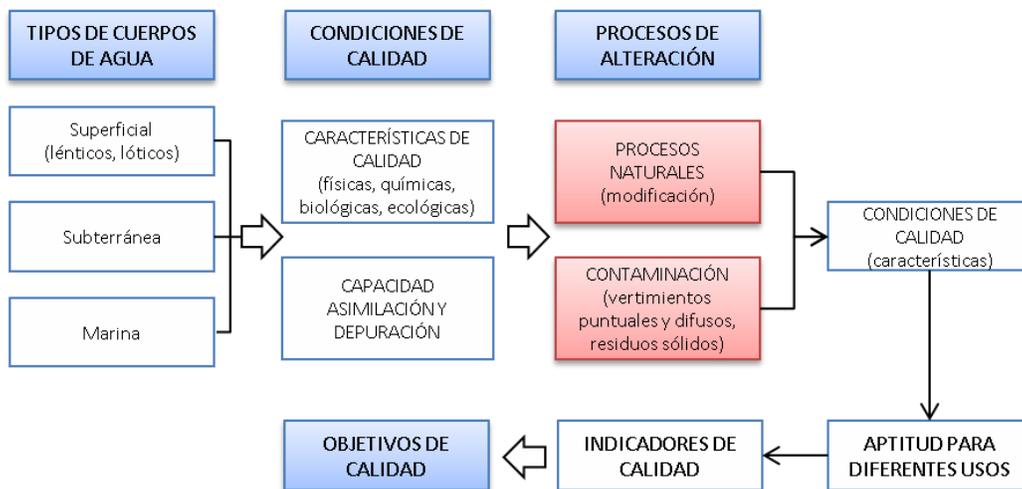
## 4.1. Marco conceptual

### 4.1.1. Conceptos básicos

El componente de Calidad de agua superficial abarca metodologías que permiten calcular, determinar y/o estimar los niveles de contaminación a los que están expuestos los sistemas hídricos.

Determinar la calidad de agua se refiere, principalmente, a conocer el estado de las características físicas, químicas y biológicas del recurso hídrico teniendo en cuenta los principales usos del agua y actividades de la región, con el fin de establecer las afectaciones potenciales a partir de la presión de las cargas contaminantes.

En la Figura 56 se presenta el marco conceptual general que soporta el desarrollo de las evaluaciones regionales de calidad del agua [11].



**Figura 56.** Modelo conceptual para la evaluación de la calidad de agua en las regiones.  
Fuente: (IDEAM, 2013)

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, las características físicas, químicas, microbiológicas e hidrobiológicas, y la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de agua son las condiciones necesarias para establecer el estado de la calidad del agua. Las principales causas que generan alteración o cambios en la calidad del agua se deben, principalmente, a la incorporación de agentes contaminantes, los cuales pueden ser agentes físicos, químicos (inorgánicos y orgánicos), patógenos, emergentes y/o radioactivos (Ver Figura 57).

Dentro de las fuentes de contaminación del agua superficial más destacadas se encuentran [11]:

- Las aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales
- Las aguas lluvias por arrastre de compuestos presentes en la atmósfera
- Las aguas procedentes de los procesos de extracción minera.

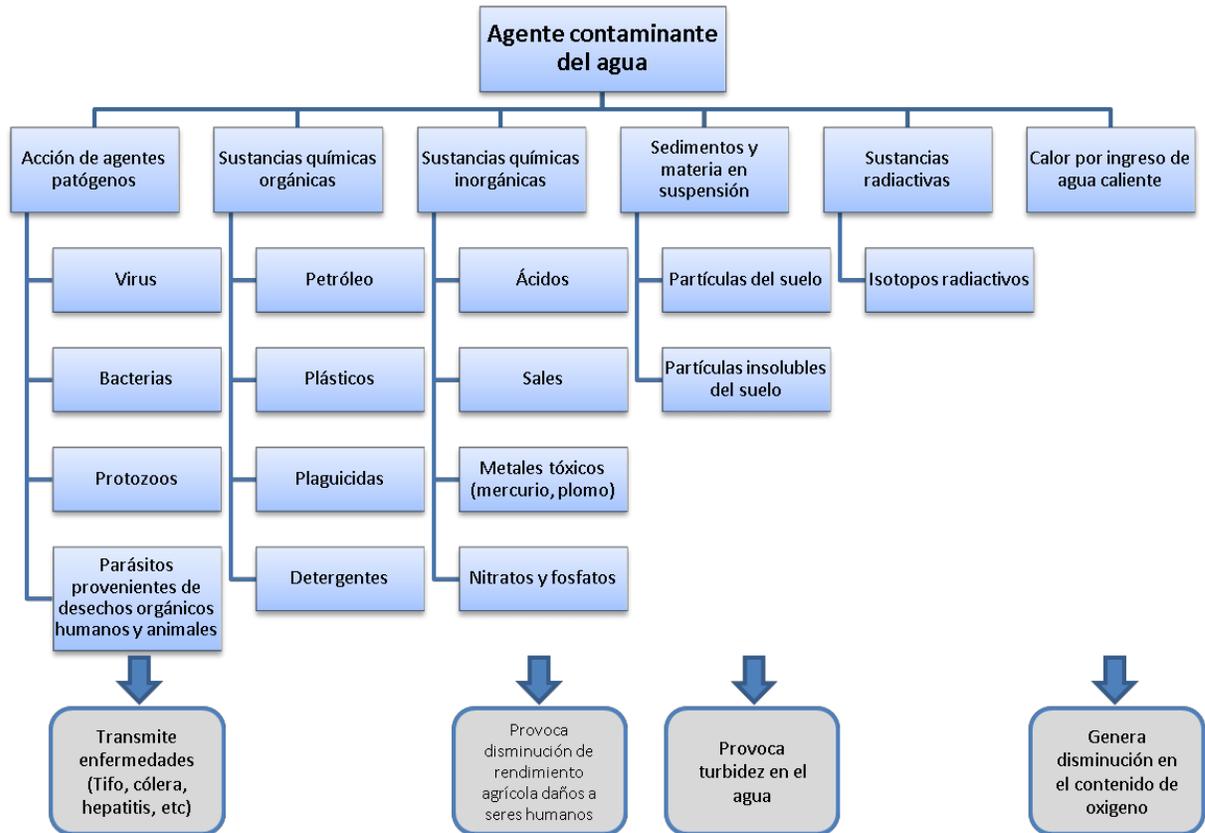


Figura 57. Mapa conceptual de los agentes contaminantes del agua. Fuente: (IDEAM, 2013).

#### 4.1.2. Indicadores de estado de la calidad de agua y presión por la contaminación

Para evaluar el estado de la calidad del agua se realiza la valoración de tres (3) indicadores hídricos del estado de la calidad físico-química y biológica del agua y las presiones por contaminación, los cuales se detallan a continuación.

#### Índice de calidad del agua (ICA)

El ICA es un indicativo de las condiciones de calidad físico-química y microbiológica en las corrientes y cuerpos de agua superficial [11]. Se establece mediante una calificación numérica (en el rango de 0 a 1) y una calificación descriptiva en cinco categorías (Bueno, Aceptable, Regular, Malo y Muy malo) (Ver Tabla 8), que expresa la calidad del agua con base a las concentraciones de varios parámetros

físicoquímicos y microbiológicos determinados en ubicaciones e intervalos de tiempo específicos en la fuente hídrica (Ver Tabla 9)

Para realizar el cálculo del ICA se debe hacer una sumatoria lineal ponderada de los subíndices ( $I_i$ ) de los cinco (5) parámetros utilizados (OD, SST, DQO, CE y pH), matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$ICA = \sum W_i I_i$$

**Ecuación 8**

Donde:

- $W_i$  Subíndice de calidad de la variable  $i$   
 $I_i$  Peso de importancia asignado a la variable de calidad  $i$

**Tabla 8.** Descriptores del ICA, Fuente: (ENA, 2010).

Descriptores	Ámbito numérico	Color
Muy Malo	0 – 0.25	rojo
Malo	0.26 – 0.50	naranja
Regular	0.51 – 0.70	amarillo
Aceptable	0.71 – 0.90	verde
Bueno	0.91 – 1.00	azul

**Tabla 9.** Variables y ponderación para el cálculo del ICA Fuente: (ENA, 2010)

Variable	Expresada como	Peso de Importancia
Oxígeno disuelto, OD	% saturación	0.2
Sólidos en suspensión	mg/l	0.2
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	0.2
conductividad eléctrica, C.E.	$\mu$ S/cm	0.2
pH total	Unidades de pH	0.2

### Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IMA)

El IMA es un indicativo de condiciones de calidad biológica de las corrientes y cuerpos de agua superficial, que se basa en la identificación cualitativa de organismos bioindicadores de calidad de agua [11]. De acuerdo al método BMWP/Col, desarrollado por Gabriel Roldan y colaboradores, las valoraciones pueden oscilar entre menos de 15 y más de 120 puntos; Entre más alto es el valor

ponderado, menor la clase y mejor es la calidad del agua (Tabla 10). Para llevar a cabo el muestreo y reconocimiento de los macroinvertebrados acuáticos (bentos) es necesario hacer una clasificación taxonómica de los organismos hasta el nivel de familia para así poder asignar el puntaje con base a la tolerancia de la contaminación orgánica, es necesario realizar la anotación de presencia/ausencia en cada muestreo [23].

**Tabla 10.** Valores del índice biológico IMA, Fuente: (Roldán, 2003)

Clases	Calidad	BMWP-Cu (valor)	Significado	Color
I	Buena	>101-120	Aguas muy limpias, aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Blue
II	Aceptable	61-100	Evidentes algunos efectos de contaminación	Green
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Yellow
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy Critica	<16	Aguas fuertemente contaminadas	Red

### Índice de afectación potencial a la calidad del agua (IACAL)

El IACAL es un indicativo de presión por contaminación [11]. Estudia la presión que se realiza sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales [12], estimando las cargas contaminantes de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, NT y PT ejercidas por los sectores doméstico e industrial.

Se emplea una escala cualitativa de presión por contaminación para la determinación del indicador.

La fórmula para realizar el cálculo del **IACAL** es:

$$IACAL = \frac{\sum_{i=1}^n Categoriocal}{n}$$

**Ecuación 9**

Donde:

- Categoriocal* Categoría de clasificación de la amenaza por la potencial alteración de la calidad del agua.
- n* Número de variables incluidas para la estimación del indicador.

**Tabla 11.** Categorías y descriptores del IACAL, Fuente: (ENA, 2010).

PROMEDIO CATEGORIA	
$(NT+PT+SST+DBO+(DQO-DQO))/5$	
Categoría	Valor
Baja	1
Moderada	2
Media Alta	3
Alta	4
Muy Alta	5

Una vez realizada la sumatoria de las cargas, se lleva a cabo el cálculo para cada variable teniendo en cuenta los percentiles 65, 75, 85 y 95, luego a cada rango se le asigna una categoría de presión de 1 a 5 para obtener una escala cualitativa de presión: baja, moderada, media, alta y muy alta. En la Tabla 12 se expresan los valores que corresponden a cada categoría de presión para las cargas correspondientes a las variables.

**Tabla 12.** Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año), Fuente: (ENA, 2010).

DESCRIPTOR DE PRESION	PERCENTILES AJUSTADOS	PERCENTILES DBO	PERCENTILES DBO - DQO	PERCENTILES SST	PERCENTILES NT	PERCENTILES PT
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
BAJA	65	< 157	< 147	< 272	< 19	< 4
MODERADA	75	158 a 252	148 a 227	273 a 434	20 a 31	5 a 9
MEDIA	85	253 a 473	228 a 465	435 a 739	32 a 54	10 a 15
ALTA	95	474 a 1834	466 a 2287	740 a 3025	55 a 290	16 a 66
MUY ALTA	> 95	>1835	> 2288	>3026	> 291	> 67

En la Tabla 13 se exponen los valores correspondientes a cada categoría de presión re-clasificada para el IACAL por subzona hidrográfica.

**Tabla 13.** Categorías y descriptores de presión por Subzona hidrográfica, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados al cociente carga (ton/año)/oferta total (MMC), Fuente: (ENA, 2010).

CATEGORIA DE PRESION	DESCRIPTOR DE PRESION	PERCENTILES DBO	PERCENTILES DBO - DQO	PERCENTILES SST	PERCENTILE S NT	PERCENTILES PT
		carga en toneladas año/millones de metros cúbicos				
1	BAJA	< 0.13	< 0.13	< 0.3	< 0.02	< 0.004
2	MODERADA	0.14 a 0.39	0.14 a 0.35	0.40 a 0.70	0.03 a 0.05	0.005 a 0.013

CATEGORIA DE PRESION	DESCRIPTOR DE PRESION	PERCENTILES DBO	PERCENTILES DBO - DQO	PERCENTILES SST	PERCENTILE S NT	PERCENTILES PT
		carga en toneladas año/millones de metros cúbicos				
3	MEDIA	0.40 a 1.20	0.36 a 1.16	0.80 a 1.80	0.06 a 0.13	0.014 a 0.035
4	ALTA	1.21 a 4.85	1.17 a 6.77	1.90 a 7.60	0.14 a 0.55	0.036 a 0.134
5	MUY ALTA	> 4.86	> 6.78	>7.7	> 0.56	>0.135

La ERA debe dimensionar y contextualizar la localización de los usuarios generadores de vertimientos, analizar la presión que pueden ejercer sobre la calidad del agua en un área determinada por el tipo de uso, la carga contaminante que vierten y los impactos que generan sobre las condiciones de calidad del agua en los cuerpos de agua. [11], bajo este contexto los principales usos del agua establecidos en la normatividad vigente son:

Consumo humano y doméstico, industrial, agrícola, pecuario, recreativo, estético, pesca, maricultura y acuicultura, preservación de flora y fauna, navegación y transporte. En la Tabla 14 Se observa la fuente de contaminación y el tipo de contaminante generado.

**Tabla 14.** Contaminantes y fuentes de contaminación. Fuente: (IDEAM, 2013)

Fuente de contaminación	Tipo de contaminante
Actividad agrícola	Nitratos, amonios, pesticidas, microorganismos fecales
Saneamiento in situ	Nitratos, microorganismos fecales, trazas de hidrocarburos sintéticos
Gasolineras y talleres automotrices	Benceno; otros hidrocarburos aromáticos; fenoles; algunos Hidrocarburos halogenados
Depósitos finales de residuos sólidos	Amonio, salinidad, algunos hidrocarburos halogenados; metales pesados
Industrias metalúrgicas	Tricloroetileno, tetracloroetileno; otros hidrocarburos halogenados, metales pesados, fenoles, cianuro
Talleres de pinturas y esmaltes	Alcalobencenos, tetracloroetileno, otros hidrocarburos halogenados, metales, algunos hidrocarburos aromáticos
Industria maderera	Pentaclorofenol; algunos hidrocarburos aromáticos
Tintorerías	Ticloroetilena, tetracloroetileno
Manufactura de pesticidas	Algunos hidrocarburos halogenados, fenoles, arsénico, metales pesados
Depósitos finales de lodos residuales domésticos	Nitratos, varios hidrocarburos halogenados; plomo, zinc
Curtidurías	Cromo, salinidad, algunos hidrocarburos halogenados, fenoles
Exploración y extracción de petróleo/gas	Salinidad (cloruro de sodio), hidrocarburos aromáticos
Minas de carbón y de metales	Acidez, diversos metales pesados, hierro, sulfatos

## 4.2. Marco metodológico

La evaluación de la calidad de agua superficial en el departamento del Huila se realizó de acuerdo a los lineamientos sugeridos por el IDEAM (ver Figura 58), en los cuales se exponen las bases metodológicas necesarias para el cálculo de los indicadores hídricos del estado de la calidad físico-química y biológica del agua y las presiones por contaminación, en relación con los criterios para la estimación de la carga contaminante, métodos, técnicas, protocolos [11]. El procedimiento permite identificar, georreferenciar y caracterizar las fuentes hídricas que presentan contaminación, favoreciendo el reconocimiento de las presiones sobre las condiciones de la calidad del agua y cargas contaminantes del cuerpo de agua [11].



**Figura 58.** Procedimiento general para evaluación de la calidad del agua. Fuente: (IDEAM, 2013).

### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. Índice de calidad del agua (ICA)

**Tabla 15.** Evaluación Regional del Índice de Calidad de Agua con base en la información disponible de las estaciones de monitoreo localizadas en el departamento del Huila

N°	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALT msnm	PUNTOS DE MUESTREO	ICA promedio	DESCRIPTOR ICA promedio
	W	N			2006-2013	2006-2013
1	76°24'03,9"	01°54'18,4"	1670	LA MAGDALENA	0,83	<b>ACEPTABLE</b>
2	76°14'01,1"	01°52'10,9"	1307	SAN AGUSTÍN (SOMBRERILLOS)	0,70	<b>REGULAR</b>
3	76°07'23,6"	01°42'56,6"	1474	PUENTE GUILLERMO PLAZAS	0,77	<b>ACEPTABLE</b>
4	76°05'21,9"	01°45'54,8"	1319	PUENTE FUNDADORES	0,70	<b>REGULAR</b>
5	76°08'45,8"	01°52'14,4"	1198	DESEMBOCADURA RIO GUACHICOS	0,67	<b>REGULAR</b>
6	76°03'31,2"	01°57'02,3"	1041	PUENTE PASO LA LAGUNA	0,71	<b>REGULAR</b>
7	76°00'43,3"	01°59'17,19"	995	SALADOBLANCO	0,75	<b>ACEPTABLE</b>
8	75°51'06,8"	02°03'11,40"	833	PERICONGO	0,73	<b>ACEPTABLE</b>
9	75°56'39,69"	01°45'08,70"	1211	SAN MARCOS	0,74	<b>ACEPTABLE</b>
10	75°46'32,1"	02°01'37,2"	902	PUENTE GARCES	0,68	<b>REGULAR</b>
11	75°40'11,0"	02°10'22,0"	732	PUENTE LA JAGUA	0,69	<b>REGULAR</b>
12	75°38'54,0"	02°13'53,3"	688	PUENTE BALSEADERO	0,71	<b>REGULAR</b>
13	75°54'52,4"	02°27'19,6"	1023	PUENTE RICAURTE	0,63	<b>REGULAR</b>
14	75°45'40,10"	02°27'37,59"	827	PAICOL	0,64	<b>REGULAR</b>
15	75°34'00,0"	02°27'45,2"	592	PASO DEL COLEGIO	0,68	<b>REGULAR</b>
16	75°32'35,1"	02°38'38,6"	594	HACIENDA VENECIA	0,66	<b>REGULAR</b>
17	75°23'47,1"	02°43'42,1"	479	LA ESPERANZA	0,78	<b>ACEPTABLE</b>
18	75°18'05,6"	02°32'41,2"	1001	EL CASIL	0,61	<b>REGULAR</b>
19	75°22'16,5"	02°34'00,2"	705	PUENTE MULAS	0,64	<b>REGULAR</b>
20	75°20'01,9"	02°46'53,4"	460	DESEMBOCADURA RIO NEIVA	0,62	<b>REGULAR</b>
21	75°18'29,6"	02°56'32,2"	431	PUENTE SANTANDER (LA CEBOLLERA)	0,72	<b>ACEPTABLE</b>
22	75°35'02,5"	02°56'33,9"	1294	SANTA MARIA	0,61	<b>REGULAR</b>
23	75°31'13,8"	02°57'17,2"	889	EL SOCORRO	0,59	<b>REGULAR</b>
24	75°21'26,8"	03°03'12,4"	446	PUENTE SAN FRANCISCO	0,63	<b>REGULAR</b>
25	75°07'08,0"	03°26'35,1"	345	LA ANGOSTURA	0,70	<b>REGULAR</b>

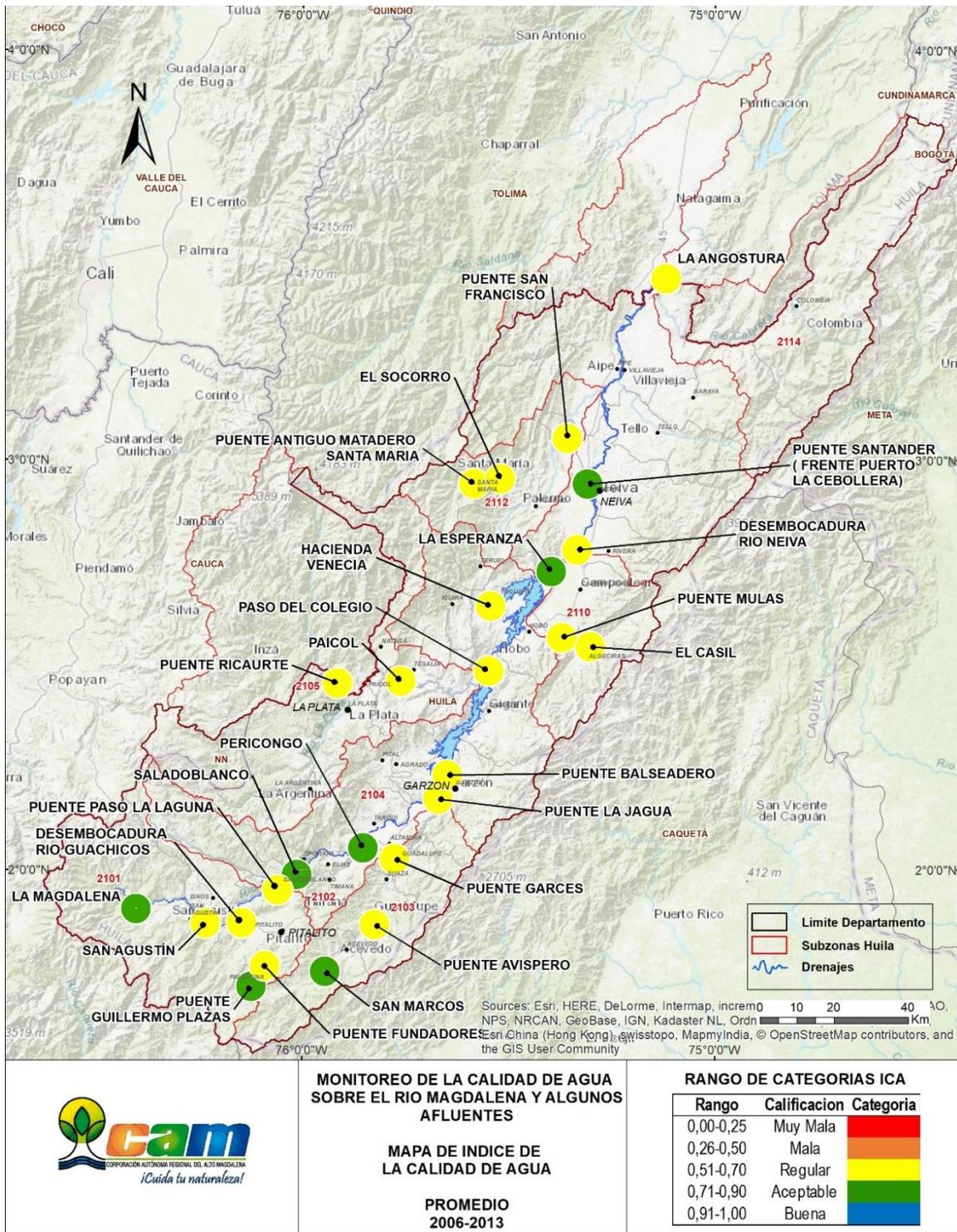


Figura 59. Mapa regional del Índice de Calidad de Agua.

Como se puede apreciar en la Tabla 15 y en la Figura 59, el ICA en el departamento del Huila se presenta con afectación de la calidad del agua media o regular. Los cálculos realizados se llevaron a cabo a partir del promedio de los valores obtenidos desde el año 2006 hasta el año 2013, en 25 estaciones de muestreo sobre el río Magdalena y sus principales afluentes. Dieciocho (18) de las veinticinco (25) estaciones se encontraron dentro del rango 0,59– 0,73, asociados a corrientes hídricas con indicios de contaminación; de acuerdo a la carga biológica (DBO y DQO), la conductividad y la carga microbiológica, se clasifican en un estado de calidad “REGULAR”; mientras que en siete (7) estaciones los ICAs se hallaron dentro del rango 0,72 – 0,83, denotando niveles de calidad “ACEPTABLES”.

Es probable que el recurso hídrico con un ICA de categoría media o regular se deba, principalmente, a factores ambientales; por ejemplo, generalmente las precipitaciones favorecen el desprendimiento de material sólido que se ve reflejado en los valores reportados de sólidos suspendidos, de igual manera, se presentan altas concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales asociadas a la descarga de aguas residuales sobre el río Magdalena y sus principales afluentes.

#### 4.3.2. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

En términos generales, el índice de calidad de agua IACAL para el escenario del año hidrológico seco indica que en el departamento del Huila hay una ocurrencia de eventos de alteración de la calidad de agua muy alta, lo anterior está relacionado a que los bajos caudales y la escasez de agua limitan la capacidad de asimilación, dilución y mezcla de contaminantes de las fuentes hídricas. En el año hidrológico medio la situación cambia un poco, hacia la zona sur de la región se observa una tendencia de ocurrencia de eventos alta o muy alta; mientras que en la zona norte el escenario presenta IACAL entre bajos y moderados. Finalmente, en el año hidrológico húmedo las condiciones mejoran y los rangos del IACAL varían entre las categorías moderada y baja (*Ver Figura 60*)

#### 2101 - Alto Magdalena

Como se puede apreciar en la Figura 61, Las subcuencas aledañas al casco urbano del municipio de **Isnos** presentan una condición crítica, sin embargo, la subcuenca número 45 Q. Mortiño (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 62%, AR 38% (1308 Hab. Área rural: Cañaveral, Betania, El Tigre, Ídolos, etc.) Y la subcuenca número 4 AD43 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 36%, AR 64% (2958 Hab. Zona rural: Guacas, Mortiño, etc.) Presentan una condición muy crítica en el año hidrológico medio.

Respecto al municipio de **San Agustín**, en el año hidrológico medio, una subcuenca evidencia un estado muy crítico: la subcuenca número 17 AD53 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 70%, AR 30% (1174 Hab. Zona rural- Matanzas, Simón Bolívar, etc.).

Las demás subcuencas aledañas al casco urbano del municipio presentan un estado crítico, principalmente por los vertimientos puntuales por aguas residuales y beneficio del café, tales como: la subcuenca número 62. Río Naranjo: (Carga DBO5: Café 36%, PBA 3%, AR 61% (16140 Hab. Zona urbana y rural) y la subcuenca número 43. Q Matanzas (Carga DBO5: Café 71%, AR 29% (3272 Hab. Zona rural: Matanzas, Santa Clara, Etc.).

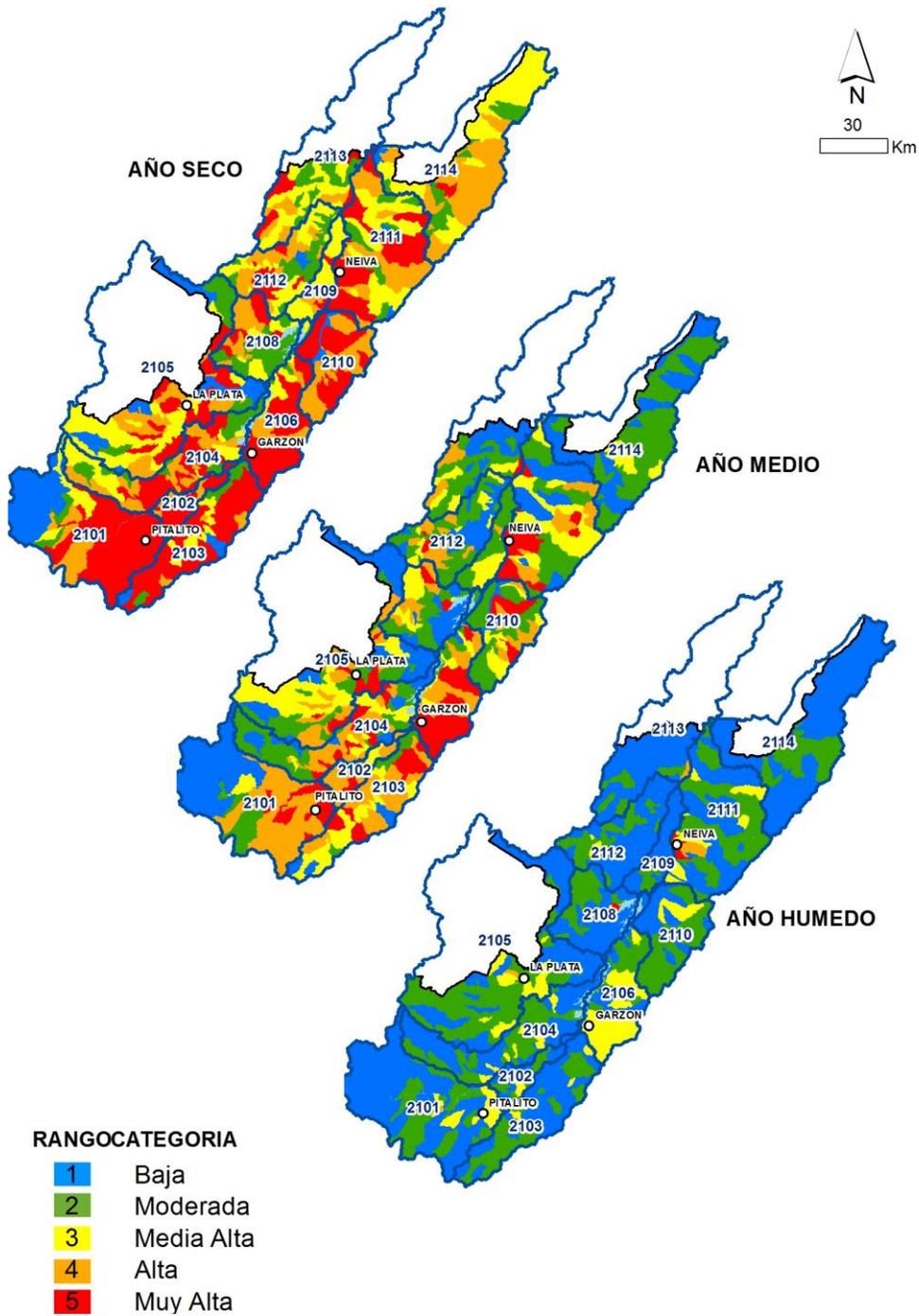
En el año hidrológico medio, el municipio de **Palestina** presenta un estado muy crítico en la subcuenca número 37 Q La Casposal (Carga DBO5: Café 82%, AR 18% (947 Hab. Zona rural), en las demás subcuencas se observa un estado crítico.

En cuanto al municipio de **Pitalito**, la subcuenca número 18 AD54 Magdalena (Carga DBO5: Café 71%, AR 29% (806 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 24 Q Criollo (Carga DBO5: Café 78%, AR 22% (4608 Hab. Zona rural) presentan un estado muy crítico; la subcuenca número 50 Q Tabacal (Carga DBO5: Café 40%, AR 60% (4055 Hab. Municipio, bajo caudal), la subcuenca número 33 Q El Pital (Carga DBO5: Café 73%, AR 27% (1842 Hab. Zona rural), la subcuenca número Q Regueros (Carga DBO5: Café 41%, AR 59% (14062 Hab. Municipio), la subcuenca número 20 AD56 Magdalena (Carga DBO5: Café 67%, AR 33% (1044 Hab. Zona rural), la subcuenca número 38 Q La Chirealena (Carga DBO5: Café 80%, AR 20% (1013 Hab. Zona rural), la subcuenca número 19 AD55 Magdalena (Carga DBO5: Café 80%, AR 20% (1459 Hab. Zona rural), así como, la subcuenca número 56 Río Guarapas Bajo, principal receptor de los vertimientos puntuales de aguas residuales y beneficio del café, evidencian un estado crítico del indicador IACAL.

## 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena

Las condiciones en el año hidrológico medio son críticas y muy críticas en la mayoría de la subzona. Las subcuencas en el municipio de **Timaná** que presentan el indicador IACAL en muy alta afectación por contaminación son: la subcuenca número 9 Q. La Turbia (Carga DBO5: Café 72%, AR 28% (2634 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 11 Q. Piragua (Carga DBO5: Café 76%, AR 24% (881 Hab. Zona rural).

En el municipio de **Elías** se aprecian los resultados del indicador IACAL en estado crítico, color mostaza, en la subcuenca Q. Olicual (Carga DBO5: 66% café y 34 AR (1573 Hab. Zona urbana y rural). En el municipio de **Altamira** se observan las subcuencas entre estado crítico y medio crítico, como se puede apreciar en la subcuenca número 5 AD60 Magdalena (Carga DBO5: 84% café y 16%AR). En el año hidrológico húmedo las condiciones son más favorables, mientras que para el escenario de año hidrológico seco el contexto es crítico (*Ver Figura 62*).



**Figura 60.** Mapa regional del IACAL para los años hidrológicos medio, seco y húmedo.

### 2103 - Río Suaza

En el municipio de **Acevedo**, para el año hidrológico medio se evidencia una condición muy crítica para las subcuencas: Número 8 Q. El Guache (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 71%, AR 29% (2304 Hab. Zona urbana y rural), Número 13 Q. La Marimba (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 85%, AR 15%), Número 18 Q. Los Ángeles (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 81%, AR 19%), y Número 26 Q. Tijiná (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 76%, AR 24% (3334 Hab. Zona rural).

Por otro lado, en el municipio de **Guadalupe**, para el año hidrológico medio presenta una condición muy crítica para las siguientes subcuencas: la subcuenca número 4 Q. Caguancito (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 60%, AR 40% (3081 Hab. Veredas: Caguancito, influenciado por veredas), la subcuenca número 10 Q. La Bernarda (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 76%, AR 24% (veredas), la subcuenca número 15 Q. La Pescada (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 64%, AR 36% (4722 Hab. Veredas: San José, Ranchería, etc.) Y la subcuenca número 23 Q. Potrerillos (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 73%, AR 27%).

Mientras que, en el municipio de **Suaza**, se presentan condiciones entre crítico y medianamente crítico, sobresaliendo la subcuenca número 7 Q. de Satia quien es la principal fuente receptora de vertimientos del municipio de Suaza con (Carga DBO<sub>5</sub>: Café 12%, AR 88% (2018 Hab. Municipio). Respecto al año hidrológico húmedo, este presenta condiciones entre moderada y baja contaminación, en tanto que en el año hidrológico seco se evidencian estados altamente críticos (*Ver Figura 63*).

### 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi)

Como se evidencia en la Figura 64, para el año hidrológico medio, en el municipio de **Agrado** se pueden apreciar subcuencas en estado muy crítico: la subcuenca número 23 Q. Chimbayaco (Carga DBO<sub>5</sub>: 30% Café y 70% AR (3113 Hab. Municipio) y la subcuenca número 56 Q. Los Altares (Carga DBO<sub>5</sub>: 78% Café y 22% AR).

En el municipio del **Pital** se observa una subcuenca en estado muy crítico: la subcuenca número 24 Q. De Minas (Carga DBO<sub>5</sub>: 75% Café y 25% AR (2677 Hab. Zona rural).

Mientras que en el municipio **Tarqui** cuatro subcuencas evidencian un estado muy crítico, las cuales son: la subcuenca número 34 Q. El Hígado (Carga DBO<sub>5</sub>: 39% Café y 61% AR (6356 Hab. Municipio), la subcuenca número 27 Q. El Caimito (Bajo caudal, Carga DBO<sub>5</sub>: 79% Café y 21% AR (217 Hab. Zona rural), la subcuenca número 64 Q. La Sucia (Carga DBO<sub>5</sub>: 73% Café y 27% AR (797 Hab. Zona rural) y

la subcuenca número 46 Q. La Resfriadera (68% Café y 32% AR (790 Hab. Zona rural).

En el municipio de **Oporapa**, tres subcuencas evidencian un estado muy crítico: 16 AD37 Magdalena (Bajo caudal, Carga DBO<sub>5</sub>: 39% Café, 61% AR (1255 Hab. Zona rural y urbana), 15 AD36 Magdalena (Bajo caudal, Carga DBO<sub>5</sub>: 75% Café y 25% AR (210 Hab. Zona rural) y 22 Q. Caparrosa (Carga DBO<sub>5</sub>: 41% Café y 59% AR (3912 Hab. Municipio). Por último, en el municipio de **Saladoblanco** se presenta la subcuenca 18 AD39 Magdalena en estado muy crítico con Carga DBO<sub>5</sub>: 47% Café y 53% AR (4179 Hab. Municipio).

### 2105 - Río Páez

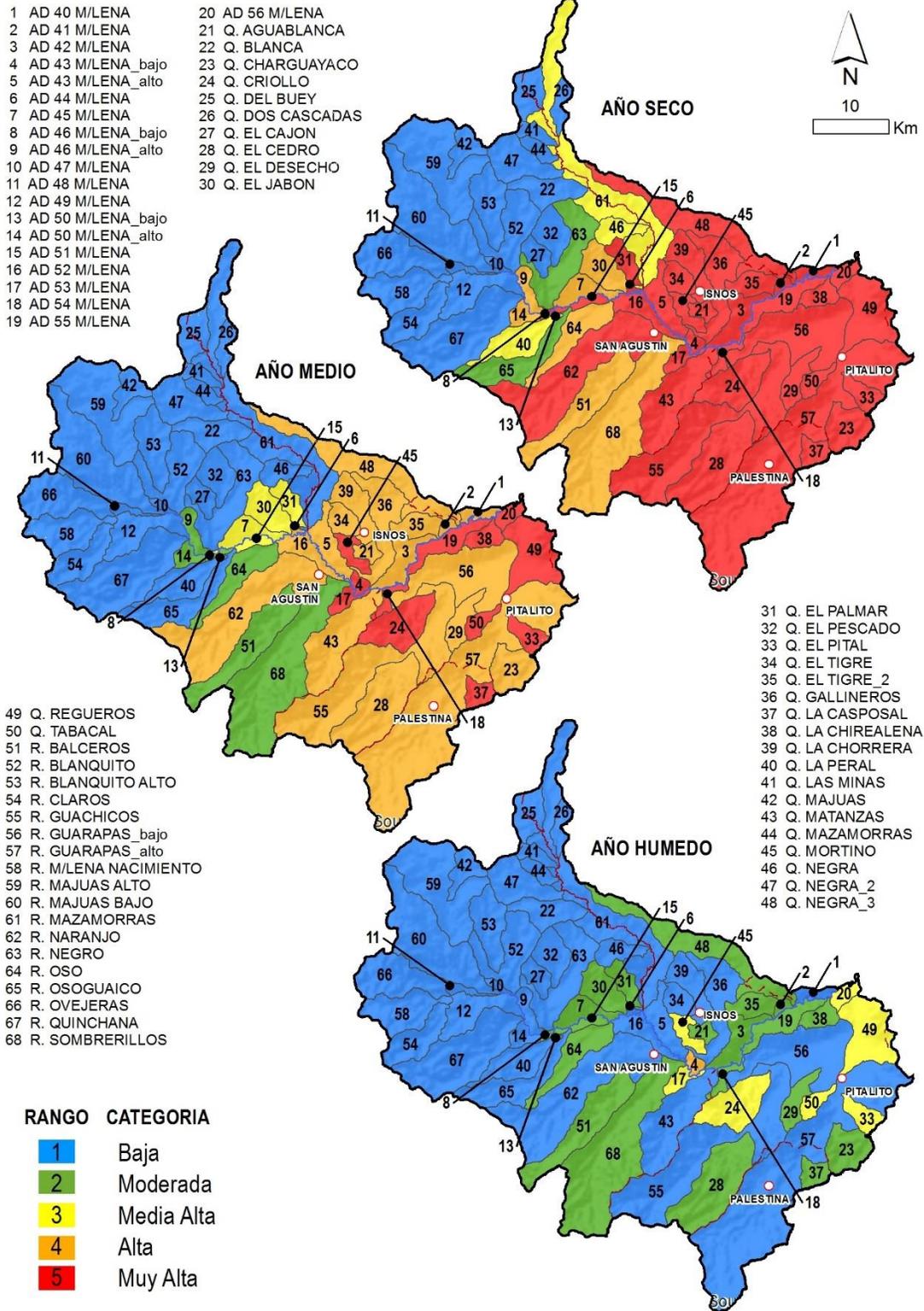
La Figura 65 muestra que, para el año hidrológico medio, en el municipio de **Teruel** se obtienen resultados que indican una muy baja afectación potencial de la calidad del agua. Mientras que el municipio de **Nátaga** se encuentra entre la categoría alta a moderada contaminación, sobresaliendo una subcuenca en estado muy crítico, la subcuenca número 31 Q. EL Pueblo (Carga DBO<sub>5</sub>: 29% Café, 2% PBA y 69% AR (2135 Hab. Municipio).

En el municipio de **Tesalia** se observa que solo hay una cuenca en categoría medio alta, la subcuenca número 34 Q. Grande (Carga DBO<sub>5</sub>: 11% Café, 2% PBA y 87% AR (5314 Hab. Municipio), sin embargo, con un muy buen caudal que permite la dilución de los contaminantes aportados por los vertimientos. El resto del municipio presenta una muy baja afectación de la calidad del agua.

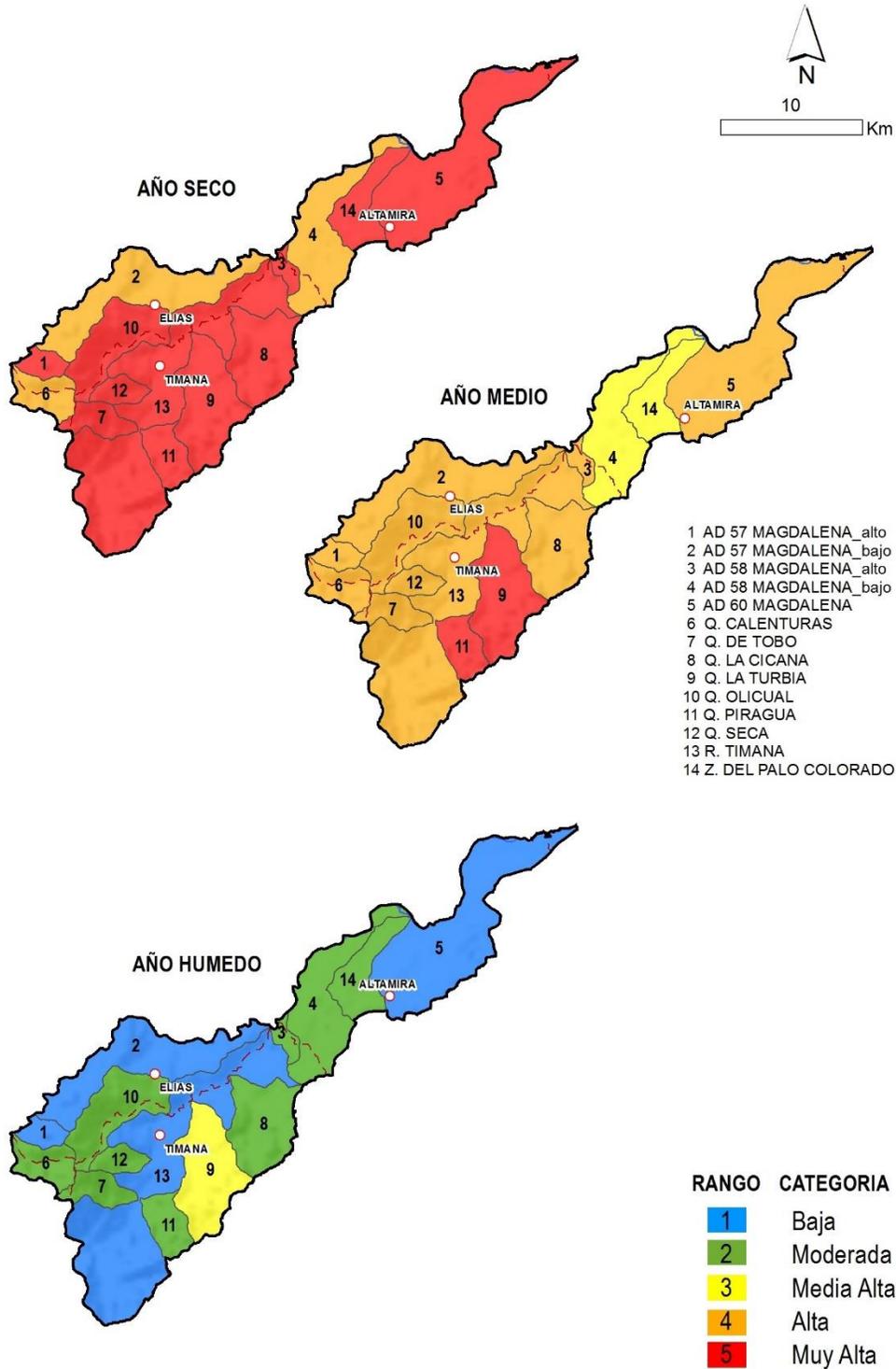
El municipio de **Paicol** muestra una subcuenca en estado crítico la subcuenca número 36 Q. La Avería (Carga DBO<sub>5</sub>: 30% Café y 70% AR (2347 Hab. Municipio), otra subcuenca en estado muy crítico es la subcuenca número 48 Q. La Venta (Carga DBO<sub>5</sub>: 81% Café y 19% AR), el resto del municipio muestra una muy baja afectación de la calidad del agua.

En el municipio de **La Plata** se presentan tres subcuencas en estado muy crítico: la subcuenca número 42 Q. La Florida (Carga DBO<sub>5</sub>: 63% Café y 37% AR (802 Hab. Zona rural), la subcuenca número 49 Q. La Zapatera (Carga DBO<sub>5</sub>: 43% Café y 57% AR (2979 Hab. Zona urbana y rural), la subcuenca número 57 Q. San isidro (Carga DBO<sub>5</sub>: 67% Café y 33% AR (2614 Hab. Zona urbana y rural).

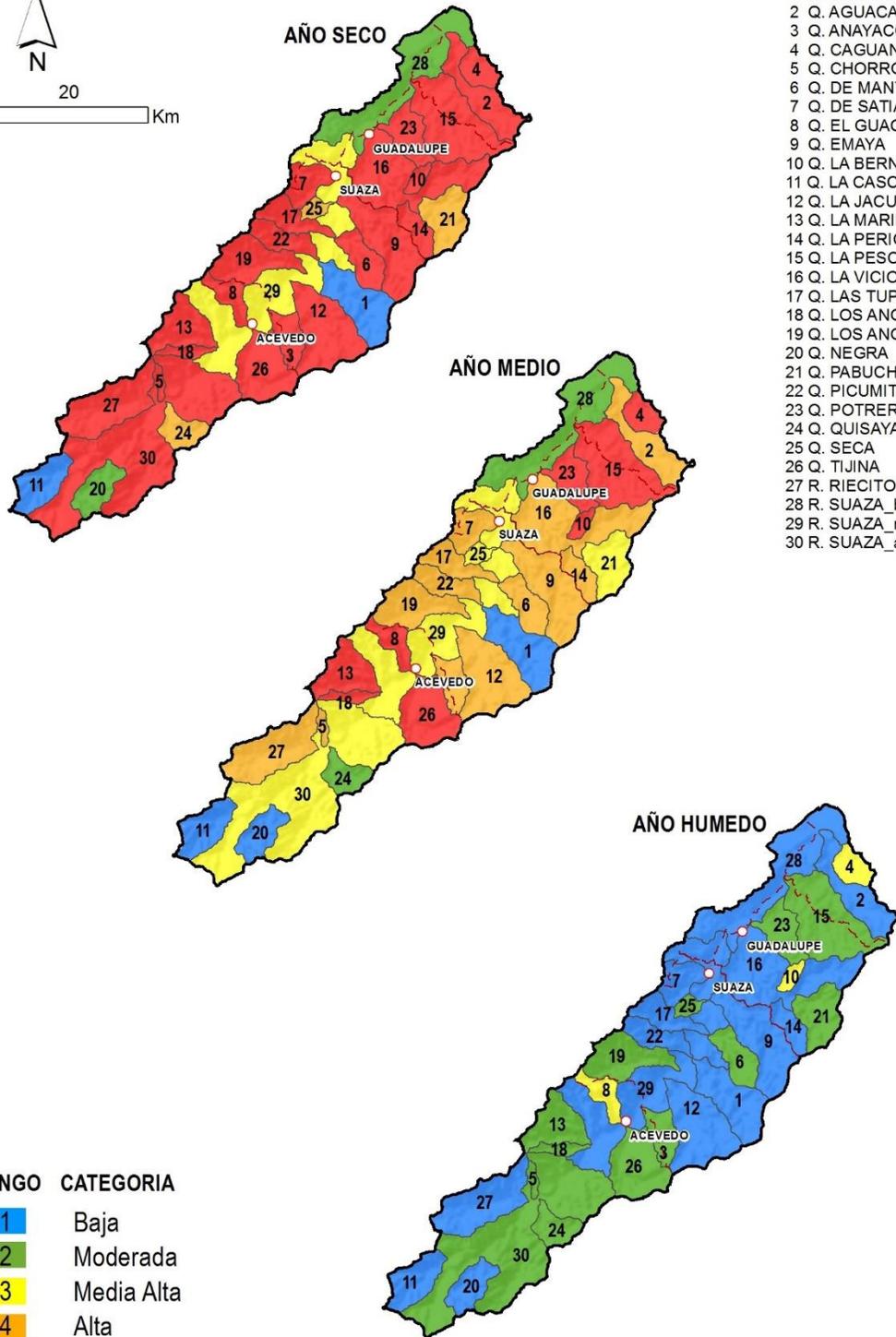
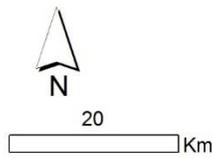
En el municipio de **La Argentina** se exhiben dos subcuencas en el estado muy crítico: la subcuenca número 25 Q. Del Pueblo (Carga DBO<sub>5</sub>: 42% Café y 58% AR (1579 Hab. Zona urbana y rural), la subcuenca número 41 Q. La Esmeralda\_2 (Carga DBO<sub>5</sub>: 39% Café, 2% PBA y 59% AR (3653 Hab. Municipio).



**Figura 61.** Mapas del IACAL de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 62.** Mapas de IACAL de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



- 1 Q. AGUACABEZAS
- 2 Q. AGUACALIENTE
- 3 Q. ANAYACO
- 4 Q. CAGUANCITO
- 5 Q. CHORROSA
- 6 Q. DE MANTAGUA
- 7 Q. DE SATIA
- 8 Q. EL GUACHE
- 9 Q. EMAYA
- 10 Q. LA BERNARDA
- 11 Q. LA CASCAJOSA
- 12 Q. LA JACUE
- 13 Q. LA MARIMBA
- 14 Q. LA PERICA
- 15 Q. LA PESCADA
- 16 Q. LA VICIOSA
- 17 Q. LAS TUPIAS
- 18 Q. LOS ANGELES
- 19 Q. LOS ANGELES\_2
- 20 Q. NEGRA
- 21 Q. PABUCHE
- 22 Q. PICUMITA
- 23 Q. POTRERILLOS
- 24 Q. QUISAYA
- 25 Q. SECA
- 26 Q. TIJINA
- 27 R. RIECITO
- 28 R. SUAZA\_bajo
- 29 R. SUAZA\_medio
- 30 R. SUAZA\_alto

RANGO	CATEGORIA
1	Baja
2	Moderada
3	Media Alta
4	Alta
5	Muy Alta

**Figura 63.** Mapas del IACAL de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

## 2106 - Ríos directos al Magdalena (md)

En el año hidrológico medio las subcuencas pertenecientes al municipio de **Hobo** se encuentran en una categoría entre bajo y muy alta afectación a la calidad del agua, donde se pueden observar la subcuenca número 23 Q. EL Hobito en muy alta afectación (Carga DBO<sub>5</sub>: 12% Café, 88% AR (3648 Hab. Municipio), la subcuenca número 24 Q. El Hobo (Carga DBO<sub>5</sub>: 48% Café, 5% PBA, 47% AR (2406 Hab. Municipio) en condiciones críticas, con alta afectación a la calidad del agua principalmente por los vertimientos de aguas residuales.

Para el mismo año hidrológico anterior, cinco subcuencas en el municipio de **Gigante** presentan un comportamiento entre alta y muy alta afectación a la calidad del agua, la Subcuenca número 28 Q. Guandinosa (Carga DBO<sub>5</sub>: 35% Café, 2% PBA, 63% AR (21361 Hab. Municipio) y la subcuenca número 37 Río El Pescado (Carga DBO<sub>5</sub>: 65% Café y 35% AR (1547 Hab. Zona rural), se presentan en estado muy crítico de color rojo. Las Subcuencas: número 20 Q. Alonso Sánchez (Carga DBO<sub>5</sub>: 71% Café, 29% AR (658 Hab. Zona urbana y rural), número 31 Q. Honda (Carga DBO<sub>5</sub>: 69% Café, 31% AR (1905 Hab. Zona urbana y rural) y número 35 Q. Las Vueltas (Carga DBO<sub>5</sub>: 12% Café, 88% AR (3648 Hab. Municipio), se clasifican en estado crítico de color mostaza.

En el municipio de **Garzón**, en el año hidrológico medio, presenta una condición preocupante puesto que, el municipio se clasifica en categoría entre alta y muy alta afectación a la calidad del agua, principalmente por vertimientos generados por las plantas de beneficio animal, beneficio del café y aguas residuales de pobladores. En estado muy crítico se presentan las Subcuencas: número 21 Q. Majo (Carga DBO<sub>5</sub>: 57% Café, 43% AR (7116 Hab. Zona urbana y rural como Santa Marta, Las Mercedes, entre otras veredas), la subcuenca número 22 Q. Del Oso (Carga DBO<sub>5</sub>: 52% Café, 48% AR (4509 Hab. Zona rural como San Gerardo, Zuluaga, entre otras), la subcuenca número 27 Q. Garzón (Carga DBO<sub>5</sub>: 15% Café, 3% PBA, 82% AR (44749 Hab. Municipio), teniendo en cuenta que en esta subcuenca hay una muy alta producción de café que tiende a esconderse por la densa población), la subcuenca número 34 Q. Las Damas (Carga DBO<sub>5</sub>: 60% Café, 40% AR (10331 Hab. Zona urbana y rural). En estado crítico se observa la Subcuenca número 33 Q. Jagualito (Carga DBO<sub>5</sub>: 33% Café, 67% AR (2078 Hab. Zona rural).

Para el escenario de año hidrológico seco la mayoría de la subzona presenta una condición crítica categorizándose como zonas con alta ocurrencia de sucesos que alteran la calidad del agua, en tanto que en el escenario año hidrológico húmedo la condición mejora ( Ver Figura 66).

## 2108 - Río Yaguará y Río Íquira

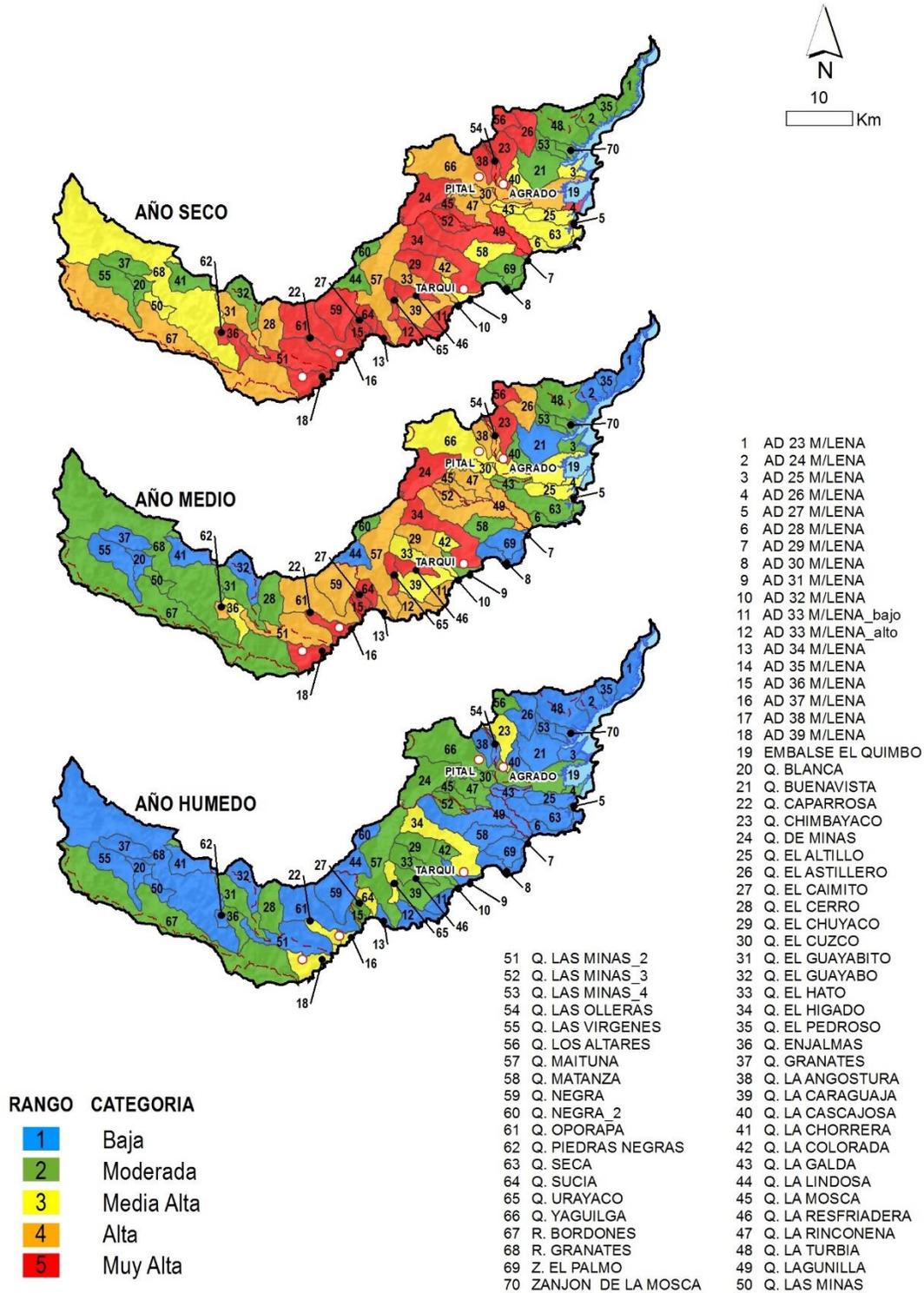
En el año hidrológico medio en el municipio de **Yaguará** se pueden observar tres subcuencas en estado muy crítico, las cuales son: la subcuenca número 4 AD17 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (5569 Hab. Zona urbana y 99 Hab. Zona rural), la subcuenca número 5 AD18 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (797 Hab. Zona urbana y 52 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 11 Q. Aguadulce Yaguará AD17 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (1014 Hab. Zona urbana y 51 Hab. Zona rural); el resto del municipio presenta condiciones entre muy baja y moderada afectación a la calidad del agua.

En el municipio de **Teruel** se presentan dos subcuencas en estado crítico con alta afectación a la calidad del agua, las cuales son: la subcuenca número 12 Q. Beberecio AD17 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 94% Café y 6% AR) y la subcuenca número 39 Río Pedernal Alto (Carga DBO<sub>5</sub>: 49% Café y 51% AR (5697 Hab. Municipio). En cambio la subcuenca número 36 Río La María (Carga DBO<sub>5</sub>: 79% Café y 21% AR (1680 Hab. municipio) presenta una condición muy crítica con una muy alta afectación a la calidad del agua.

En el municipio de **Íquira** se presentan condiciones entre moderada y alta afectación a la calidad del agua, donde se puede observar cuatro subcuencas en estado crítico con alta probabilidad de ocurrencia de sucesos que afecten la calidad del agua, entre las más afectadas se encuentran: la subcuenca número 15 Q. De Juanchaco (Carga DBO<sub>5</sub>: 70% Café y 30% AR (488 Hab. Zona rural), la subcuenca número 18 Q. El Cachingo (Carga DBO<sub>5</sub>: 81% Café y 19% AR (665 Hab. Zona urbana y rural), la subcuenca número 23 Q. El Tote (Carga DBO<sub>5</sub>: 69% Café y 31% AR (1399 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 24 Q. Grande (Carga DBO<sub>5</sub>: 38% Café y 62% AR (1678 Hab. Municipio).

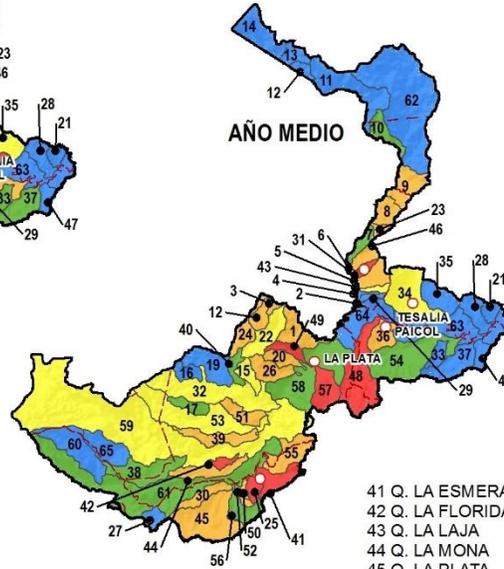
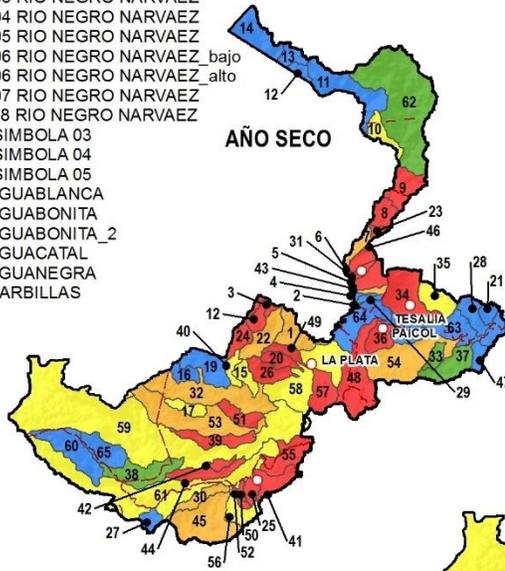
En el municipio de **Tesalia**, en el año hidrológico medio se observan muy buenas condiciones, sin embargo, se presenta una subcuenca la número 29 Q. La Colorada (Carga DBO<sub>5</sub>: 63% Café y 37% AR (855 Hab. Zona rural) con alta afectación a la calidad del agua.

El municipio de **Nátaga**, en el año hidrológico medio, presenta muy buenas condiciones respecto a la poca ocurrencia de eventos que afectan la calidad del agua (*Ver Figura 67*).

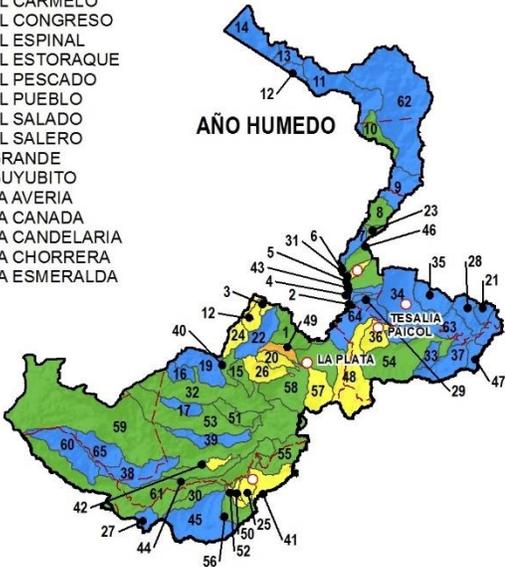


**Figura 64.** Mapas del IACAL la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- 1 AD 01 PAEZ
- 2 AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ
- 3 AD 02 PAEZ
- 4 AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ
- 5 AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ
- 6 AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ
- 7 AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ
- 8 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_bajo
- 9 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_alto
- 10 AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ
- 11 AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ
- 12 AD SIMBOLA 03
- 13 AD SIMBOLA 04
- 14 AD SIMBOLA 05
- 15 Q. AGUABLANCA
- 16 Q. AGUABONITA
- 17 Q. AGUABONITA\_2
- 18 Q. AGUACATAL
- 19 Q. AGUANEGRA
- 20 Q. BARBILLAS



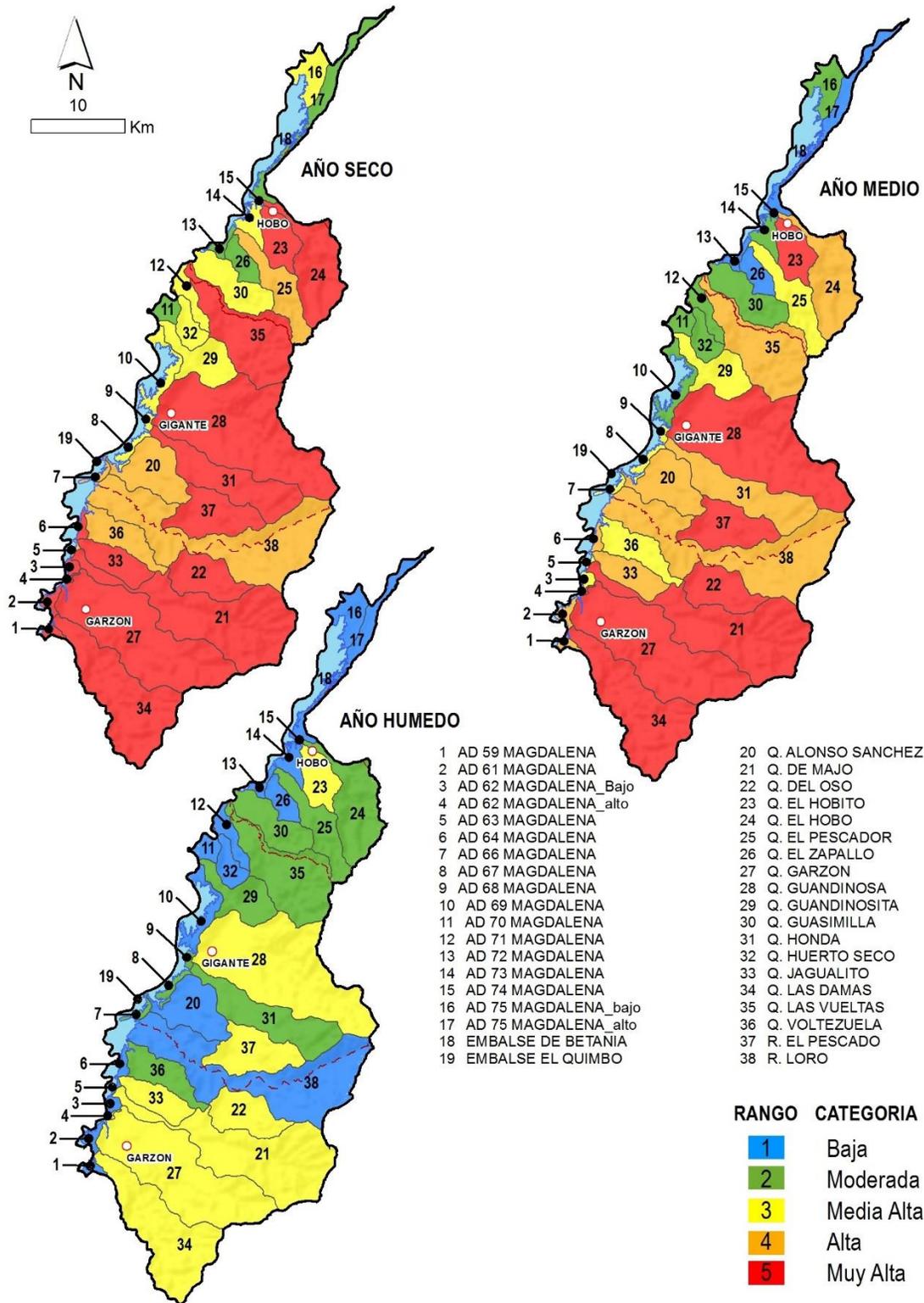
- 21 Q. CHILVANEJO
- 22 Q. DE CUEVAS
- 23 Q. DE GOLONDRINAS
- 24 Q. DE TOPA
- 25 Q. DEL PUEBLO
- 26 Q. EL CARMELO
- 27 Q. EL CONGRESO
- 28 Q. EL ESPINAL
- 29 Q. EL ESTORAQUE
- 30 Q. EL PESCADO
- 31 Q. EL PUEBLO
- 32 Q. EL SALADO
- 33 Q. EL SALERO
- 34 Q. GRANDE
- 35 Q. GUYUBITO
- 36 Q. LA AVERIA
- 37 Q. LA CANADA
- 38 Q. LA CANDELARIA
- 39 Q. LA CHORRERA
- 40 Q. LA ESMERALDA



- 41 Q. LA ESMERALDA\_2
- 42 Q. LA FLORIDA
- 43 Q. LA LAJA
- 44 Q. LA MONA
- 45 Q. LA PLATA
- 46 Q. LA PRINGAMOSA
- 47 Q. LA SALADA
- 48 Q. LA VENTA
- 49 Q. LA ZAPATERA
- 50 Q. LAS AGUILAS
- 51 Q. LAS LAJAS
- 52 Q. LAS TOLDAS
- 53 Q. MOSCOPAN
- 54 Q. MOTILON
- 55 Q. PESCADOR
- 56 Q. RIECITO
- 57 Q. SAN ISIDRO
- 58 R. LA PLATA\_bajo
- 59 R. LA PLATA\_alto
- 60 R. LORO ALTO
- 61 R. LORO BAJO
- 62 R. NEGRO
- 63 R. PAEZ\_bajo
- 64 R. PAEZ\_alto
- 65 R. QUEBRADON

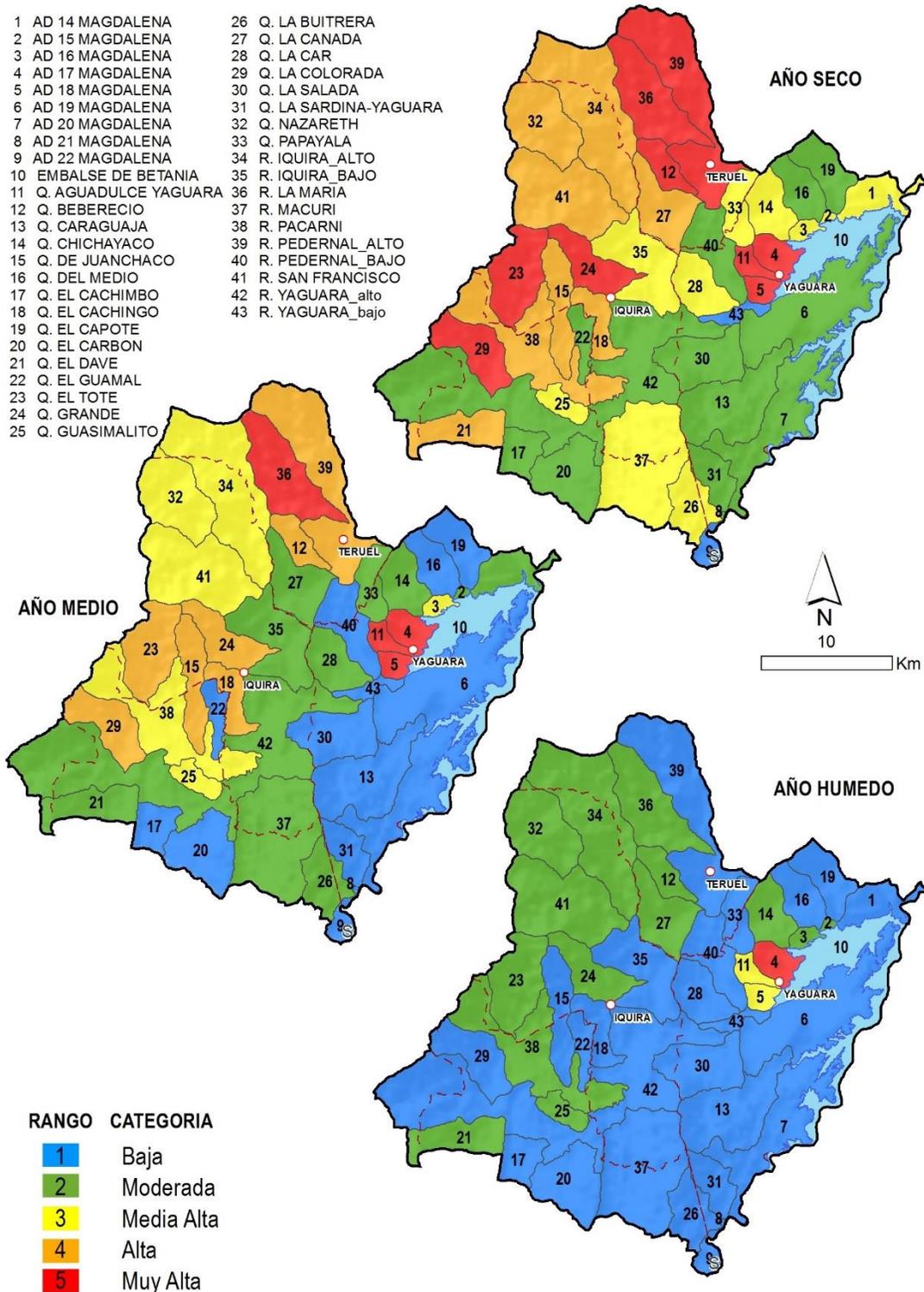
RANGO	CATEGORIA
1	Baja
2	Moderada
3	Media Alta
4	Alta
5	Muy Alta

**Figura 65.** Mapas del IACAL de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 66.** Mapas del IACAL de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 AD 14 MAGDALENA       | 26 Q. LA BUITRERA        |
| 2 AD 15 MAGDALENA       | 27 Q. LA CANADA          |
| 3 AD 16 MAGDALENA       | 28 Q. LA CAR             |
| 4 AD 17 MAGDALENA       | 29 Q. LA COLORADA        |
| 5 AD 18 MAGDALENA       | 30 Q. LA SALADA          |
| 6 AD 19 MAGDALENA       | 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA |
| 7 AD 20 MAGDALENA       | 32 Q. NAZARETH           |
| 8 AD 21 MAGDALENA       | 33 Q. PAPAYALA           |
| 9 AD 22 MAGDALENA       | 34 R. IQUIRA_ALTO        |
| 10 EMBALSE DE BETANIA   | 35 R. IQUIRA_BAJO        |
| 11 Q. AGUADULCE YAGUARA | 36 R. LA MARÍA           |
| 12 Q. BEBERECIO         | 37 R. MACURI             |
| 13 Q. CARAGUAJA         | 38 R. PACARNI            |
| 14 Q. CHICHAYACO        | 39 R. PEDERNAL_ALTO      |
| 15 Q. DE JUANCHACO      | 40 R. PEDERNAL_BAJO      |
| 16 Q. DEL MEDIO         | 41 R. SAN FRANCISCO      |
| 17 Q. EL CACHIMBO       | 42 R. YAGUARA_alto       |
| 18 Q. EL CACHINGO       | 43 R. YAGUARA_bajo       |
| 19 Q. EL CAPOTE         |                          |
| 20 Q. EL CARBON         |                          |
| 21 Q. EL DAVE           |                          |
| 22 Q. EL GUAMAL         |                          |
| 23 Q. EL TOTE           |                          |
| 24 Q. GRANDE            |                          |
| 25 Q. GUASIMALITO       |                          |



**Figura 67.** Mapas del IACAL de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

## 2109 - Juncal y otros

En el año medio se presentan condiciones entre media alta y moderada afectación a la calidad del agua. En el año seco, en el municipio de **Palermo**, se aprecian tres subcuencas en un estado muy crítico con muy alta ocurrencia de sucesos que alteran o modifican la calidad del agua, las subcuencas son: la subcuenca número 5 AD08 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (460 Hab. Amborco, 711 Hab. Neiva); la subcuenca número 8 AD11 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (938 Hab. Juncal) y la subcuenca número 20 Q. Papagayo (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (238 Hab. Juncal). En el año hidrológico seco en condición crítica, color mostaza, se aprecia la subcuenca número 19 Q. Sadinata (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (1748 Hab. Juncal) (Ver Figura 68).

## 2110 - Río Neiva

En el municipio de **Algeciras**, en el año hidrológico medio se aprecia subcuencas en estado crítico y muy crítico. Dentro de las subcuencas con alta afectación a la calidad del agua se encuentran: la subcuenca número 5 Q. El Quebradon norte (Carga DBO<sub>5</sub>: 81% Café y 19% AR (525 Hab. Zona rural), la subcuenca número 9 Q. Las Damas (Carga DBO<sub>5</sub>: 86% Café y 14% AR (372 Hab. Zona rural), la subcuenca número 11 Q. Lejía 1 (Carga DBO<sub>5</sub>: 70% Café y 30% AR (568 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 13 Q. Los Negros (Carga DBO<sub>5</sub>: 68% Café y 32% AR (573 Hab. Zona rural). También se observa la subcuenca número 8 Q. La Perdiz (Carga DBO<sub>5</sub>: 44% Café y 56% AR (4016 Hab. Zona urbana y rural) en un estado muy crítico, color rojo. En el año hidrológico seco, se puede apreciar al municipio en condiciones muy desfavorables, debido a los bajos caudales y el alto aporte de cargas contaminantes provenientes del beneficio del café y aguas residuales por densa población.

En el municipio de **Campoalegre** se presentan dos subcuencas en condiciones muy críticas: Subcuenca número 2 Quebrada Caraguaja (Carga DBO<sub>5</sub>: 19% Café y 81% AR (7921 Hab. Municipio y 1943 Hab. Zona rural) y Subcuenca número 20 Río Frío Campoalegre (Carga DBO<sub>5</sub>: 16% Café y 84% AR (15118 Hab. Municipio). En condiciones críticas se encuentran: Subcuenca número 10 Quebrada Las Tapias (Carga DBO<sub>5</sub>: 38% Café y 62% AR (2622 Hab. Municipio y 834 Hab. Zona rural) y Subcuenca número 14 Quebrada Otas (Carga DBO<sub>5</sub>: 72% Café y 28% AR (359 Hab. Zona rural) (Ver Figura 69).

## 2111 - Río Fortalecillas y otros

En el municipio de **Rivera** se aprecian tres subcuencas en color rojo indicando la alta afectación a la calidad del agua, entre las subcuencas están: subcuenca número 1 AD76 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (4653 Hab. Municipio y 806 Hab. Zona rural), la subcuenca número 2 AD77 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 88% PBA

y 12% AR (299 Hab. Municipio y 843 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 53 Río Frío Rivera (Carga DBO<sub>5</sub>: 8% Café y 92% AR (5714 Hab. Municipio y 749 Hab. Zona rural). También se encuentran dos subcuencas en estado crítico, color mostaza, las cuales son: la subcuenca número 36 Quebrada la Honda Rivera (Carga DBO<sub>5</sub>: 19% Café y 81% AR (3144 Hab. Zona rural (La Ulloa) y la subcuenca número 46 Quebrada Medina (Carga DBO<sub>5</sub>: 50% Café y 50% AR (1293 Hab. Zona rural).

En el municipio de **Neiva**, en el año hidrológico medio se visualizan cinco subcuencas en color rojo representando la muy alta afectación de la calidad del agua, estas subcuencas son: La subcuenca número 3 AD78 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (56128 Hab. Municipio y 1133 Hab. Corregimiento EL Caguan), la subcuenca número 5 AD80 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (64220 Hab. Municipio), la subcuenca número 30 Quebrada el Venado (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (6478 Hab. Municipio), la subcuenca número 56 Río Ceibas Bajo (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (81965 Hab. Municipio) y la subcuenca número 57 Río Loro (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (52564 Hab. Zona urbana y rural). En color mostaza se muestra la subcuenca número 25 Quebrada el Madroño (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (697 Hab. Zona rural) indicando alta ocurrencia de eventos que afectan la calidad del agua. En el año hidrológico seco el panorama cambia considerablemente por la disminución de caudales.

En el municipio de **Tello** se observa la subcuenca número 23 Quebrada El Candado (Carga DBO<sub>5</sub>: 87% Café y 13% AR (549 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 48 Quebrada Romero (Carga DBO<sub>5</sub>: 71% Café y 29% AR (1237 Hab. Zona rural) en color rojo, indicando una muy alta afectación a la calidad del agua. En color mostaza se muestran las subcuencas: la subcuenca número 29 Quebrada El Tigre (Carga DBO<sub>5</sub>: 69% Café y 31% AR (365 Hab. Zona rural), la subcuenca número 41 Quebrada La Tafura (Carga DBO<sub>5</sub>: 69% Café y 31% AR (1555 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 42 Quebrada La Urraca (Carga DBO<sub>5</sub>: 77% Café y 23% AR (457 Hab. Zona rural). En color amarillo se muestra la subcuenca número 62 Río Villavieja (Carga DBO<sub>5</sub>: 35% Café y 65% AR (6444 Hab. Municipio y 2510 Hab. Zona rural) mostrando una afectación media a la calidad del agua. En el año hidrológico seco las condiciones cambian con la disminución de caudales, lo cual se ve reflejado en una muy alta afectación en las diferentes subcuencas.

En el municipio de **Baraya** se presentan en el año hidrológico medio dos subcuencas en color mostaza, indicando alta ocurrencia de evento de alteración de la calidad del agua. La subcuenca número 32 Quebrada Las Juntas (Carga DBO<sub>5</sub>: 75% Café y 25% AR (823 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 38 Quebrada La Nutria (Carga DBO<sub>5</sub>: 15% Café, 1%PBA y 84% AR (4764 Hab. Municipio y 693 Hab. Zona rural).

En el municipio de **Villavieja** se aprecia la subcuenca número 13 AD88 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (2761 Hab. municipio) (*Ver Figura 70*).

### 2112 - Río Baché

En el municipio de **Santa María**, para año hidrológico medio, se presentan algunas subcuencas en estado crítico y otras en estado muy crítico en cuanto a la afectación potencial de la calidad del agua, las subcuencas con mayor afectación son:

La subcuenca número 13 Q. El Oso (Carga DBO<sub>5</sub>: 46% Café y 54% AR (2083 Hab. Municipio y 1412 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 37 Q. Santa Lucía (Carga DBO<sub>5</sub>: 79% Café y 21% AR (242 Hab. Zona rural).

En el municipio de **Palermo** se pueden observar tres subcuencas en estado crítico con una alta afectación a la calidad del agua: La subcuenca número 10 Q. El Fraile (Carga DBO<sub>5</sub>: 82% Café y 28% AR (879 Hab. Zona rural), La subcuenca número 12 Q. El Nilo (Carga DBO<sub>5</sub>: 64% Café y 36% AR (2353 Hab. Zona rural) y La subcuenca número 45 Río Tune Bajo (Carga DBO<sub>5</sub>: 93% AR y 7% PBA (15133 Hab. Municipio y 72 Hab. Zona rural) (*Ver Figura 71*).

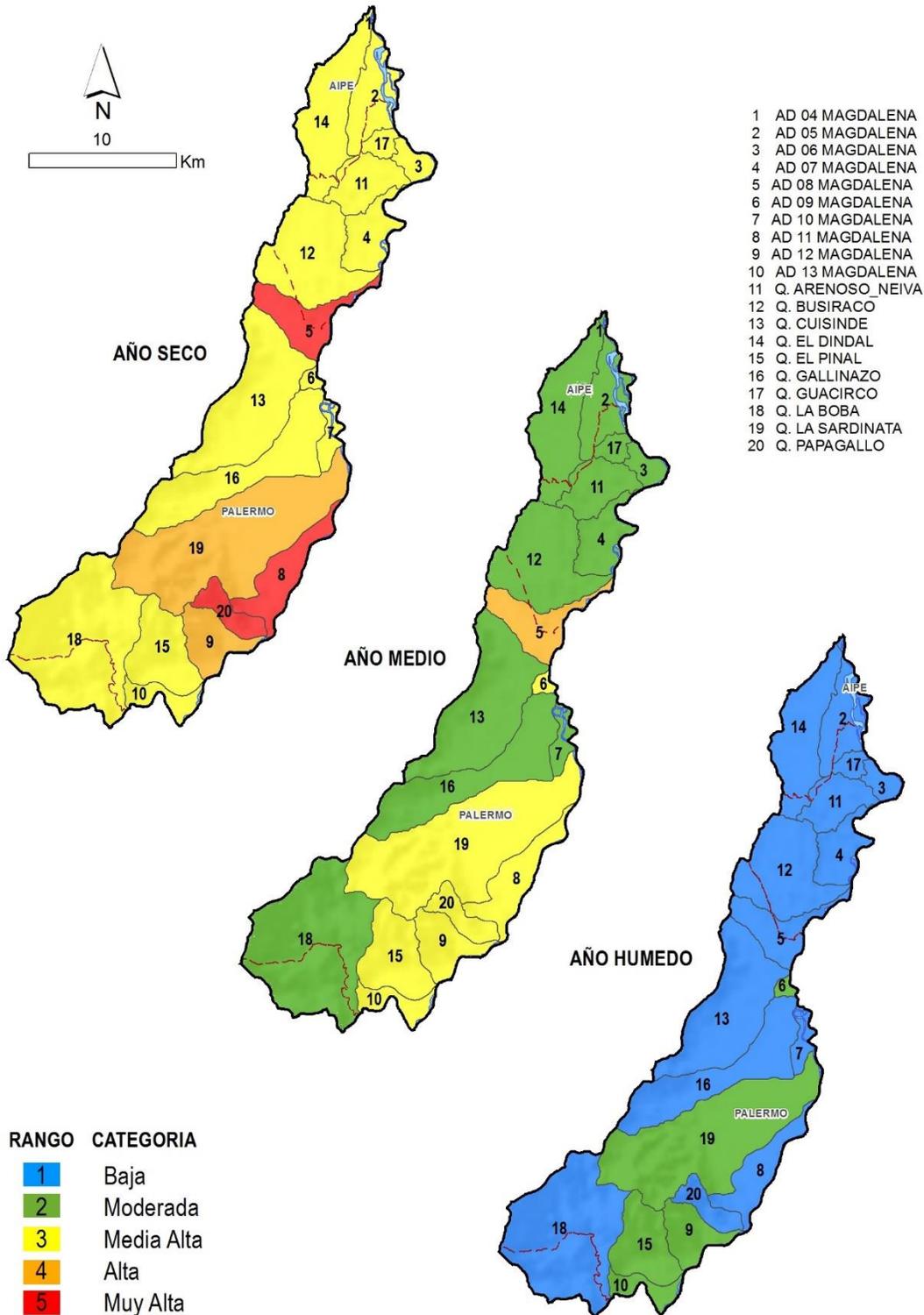
### 2113 - Río Aipe y otros directos al Magdalena

Para año hidrológico medio, en el municipio de **Neiva** presenta alta afectación potencial a la calidad del agua para la subcuenca número 14 Q. Aipecito (Carga DBO<sub>5</sub>: 81% Café y 19% AR (993 Hab. Zona rural).

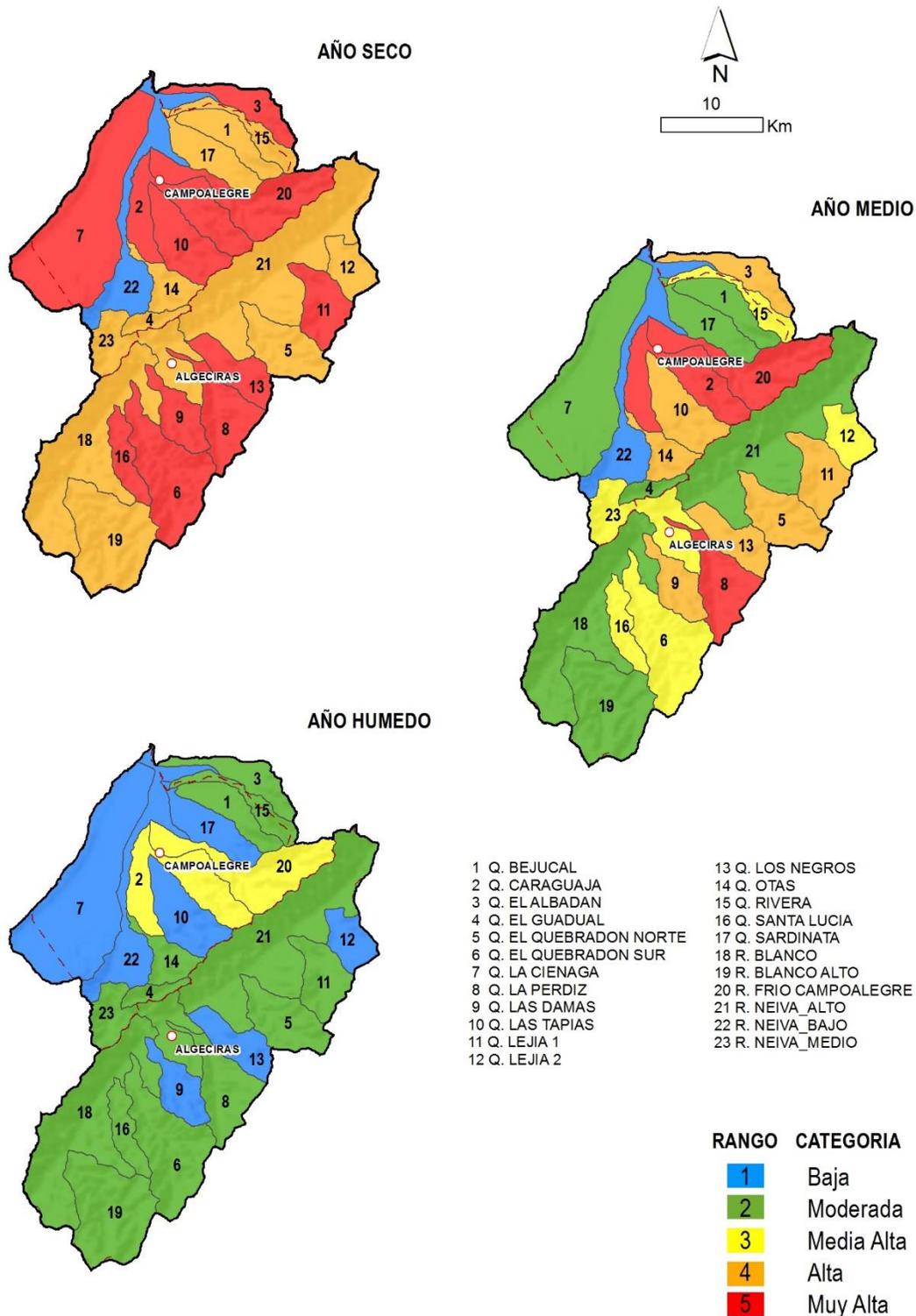
En el municipio de **Aipe**, en el año hidrológico medio, se pueden visualizar tres subcuencas en estado crítico con alta afectación potencial a la calidad del agua, tales como: La subcuenca número 11 AD09 Pata (Carga DBO<sub>5</sub>: 60% Café y 40% AR (501 Hab. Zona rural), la subcuenca número 23 Q. Guayabero (Carga DBO<sub>5</sub>: 56% Café y 44% AR (807 Hab. Municipio y 541 Hab. Zona rural) y la subcuenca número 37 Q. San Francisco Aipe (Carga DBO<sub>5</sub>: 37% Café y 63% AR (1525 Hab. Municipio y 1672 Hab. Zona rural). En color rojo mostrando una muy alta afectación potencial de la calidad del agua se encuentra la subcuenca número 4 AD03 Magdalena (Carga DBO<sub>5</sub>: 100% AR (14907 Hab. Municipio y 79 Hab. Zona rural) (*Ver Figura 72*)

### 2114 - Río Cabrera

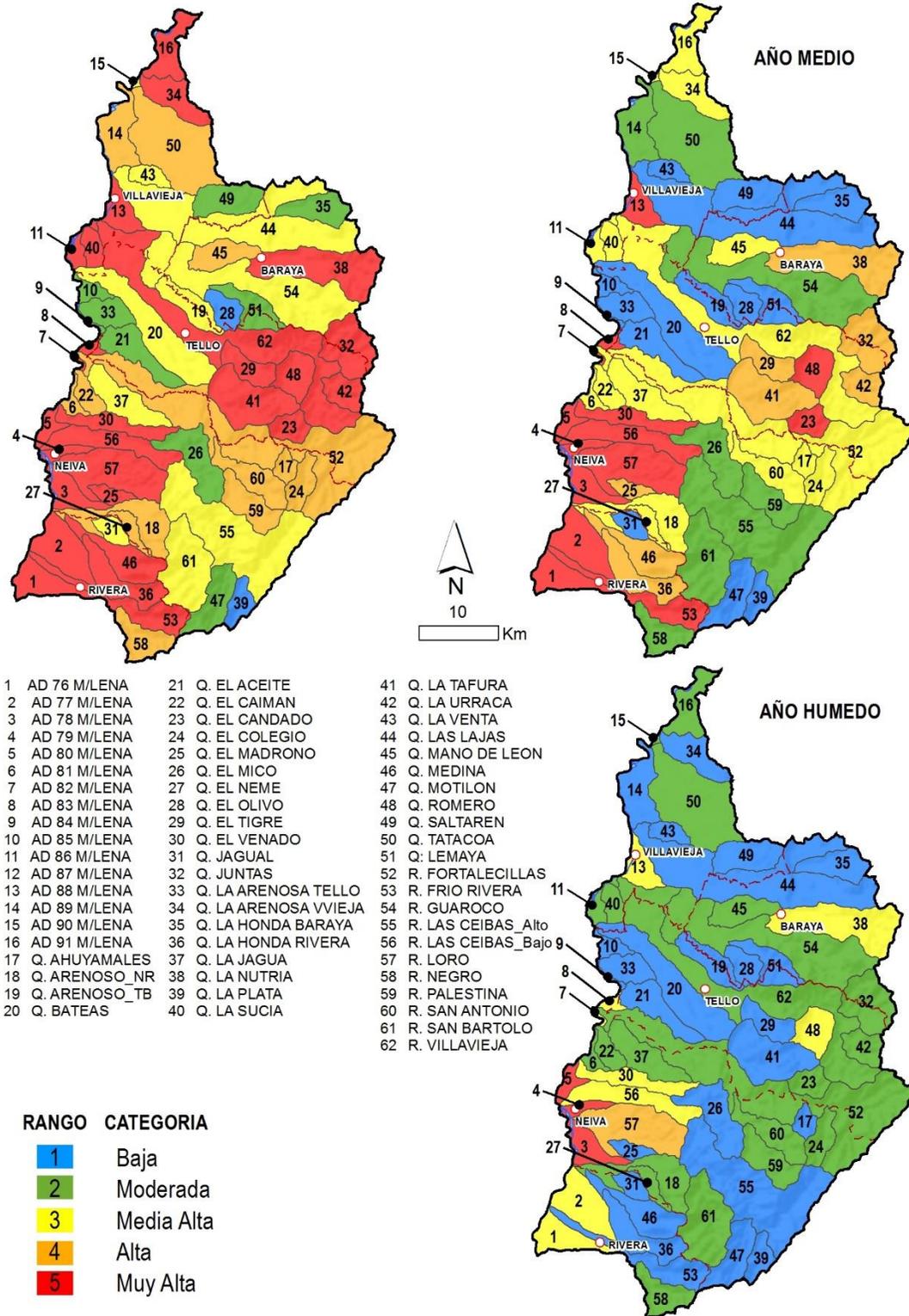
En año hidrológico medio la Subzona presenta una condición entre baja y moderada ocurrencia de eventos de alteración de la calidad del agua (*Ver Figura 73*).



**Figura 68.** Mapas del IACAL de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

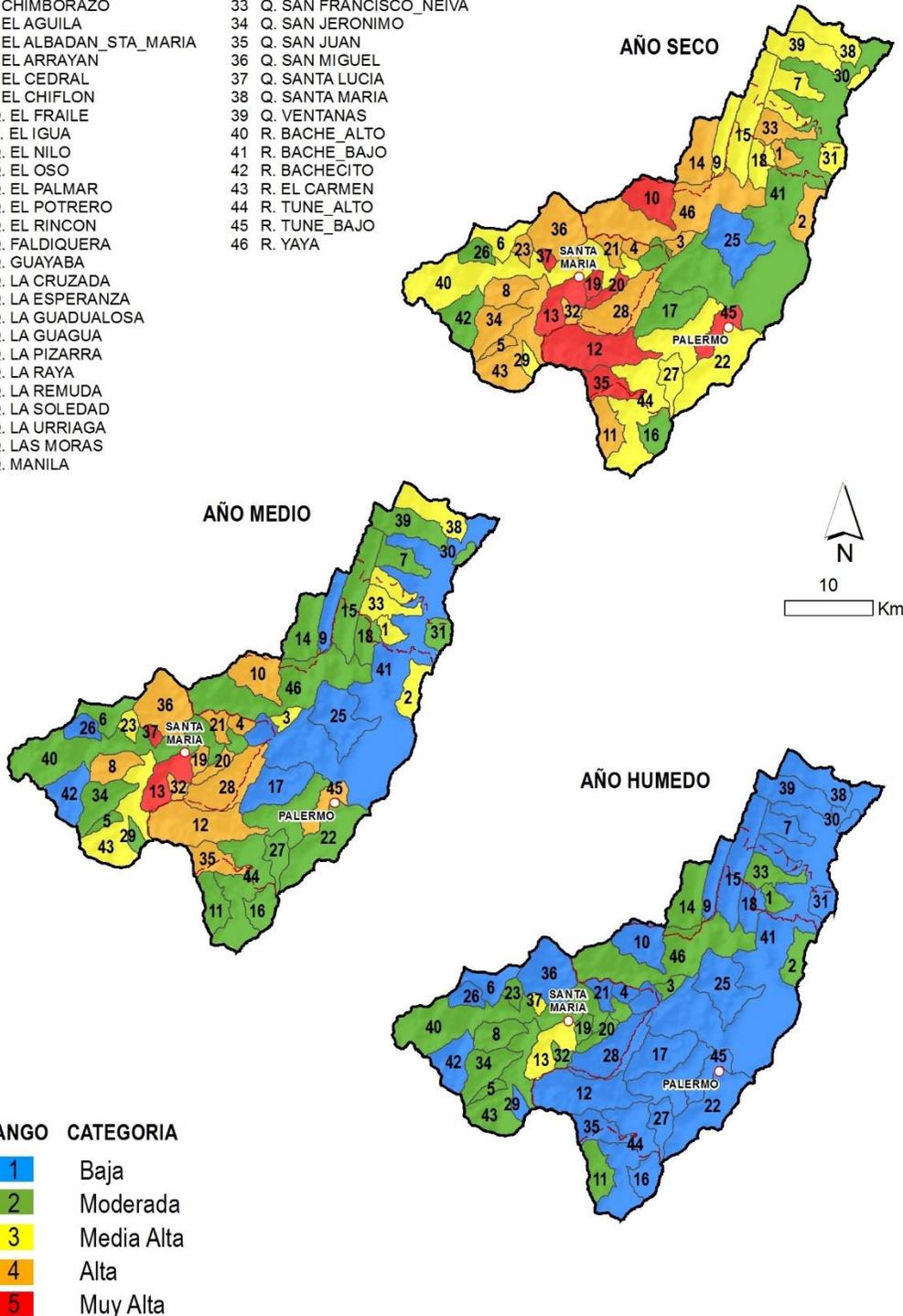


**Figura 69.** Mapas del IACAL de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



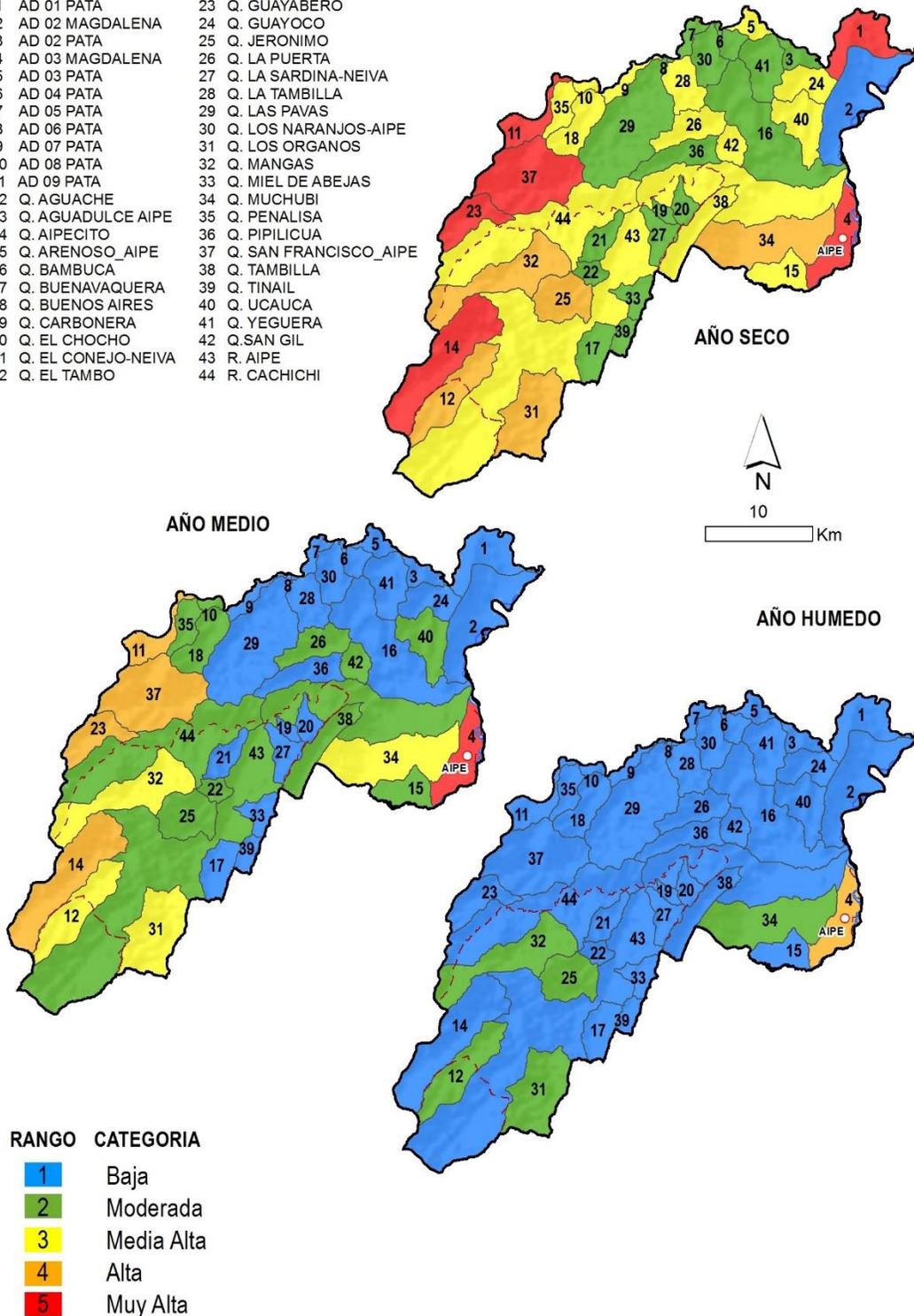
**Figura 70.** Mapas del IACAL de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Q. AGUADULCE NEIVA      | 30 Q. MERCADERES          |
| 2 Q. AMBORCO              | 31 Q. PENAS BLANCAS       |
| 3 Q. CASTANAL             | 32 Q. SAN BENITO          |
| 4 Q. CHIMBORAZO           | 33 Q. SAN FRANCISCO_NEIVA |
| 5 Q. EL AGUILA            | 34 Q. SAN JERONIMO        |
| 6 Q. EL ALBADAN_STA_MARIA | 35 Q. SAN JUAN            |
| 7 Q. EL ARRAYAN           | 36 Q. SAN MIGUEL          |
| 8 Q. EL CEDRAL            | 37 Q. SANTA LUCIA         |
| 9 Q. EL CHIFLON           | 38 Q. SANTA MARIA         |
| 10 Q. EL FRAILE           | 39 Q. VENTANAS            |
| 11 Q. EL IGUA             | 40 R. BACHE_ALTO          |
| 12 Q. EL NILO             | 41 R. BACHE_BAJO          |
| 13 Q. EL OSO              | 42 R. BACHECITO           |
| 14 Q. EL PALMAR           | 43 R. EL CARMEN           |
| 15 Q. EL POTRERO          | 44 R. TUNE_ALTO           |
| 16 Q. EL RINCON           | 45 R. TUNE_BAJO           |
| 17 Q. FALDIQUERA          | 46 R. YAYA                |
| 18 Q. GUAYABA             |                           |
| 19 Q. LA CRUZADA          |                           |
| 20 Q. LA ESPERANZA        |                           |
| 21 Q. LA GUADUALOSA       |                           |
| 22 Q. LA GUAGUA           |                           |
| 23 Q. LA PIZARRA          |                           |
| 24 Q. LA RAYA             |                           |
| 25 Q. LA REMUDA           |                           |
| 26 Q. LA SOLEDAD          |                           |
| 27 Q. LA URRIAGA          |                           |
| 28 Q. LAS MORAS           |                           |
| 29 Q. MANILA              |                           |

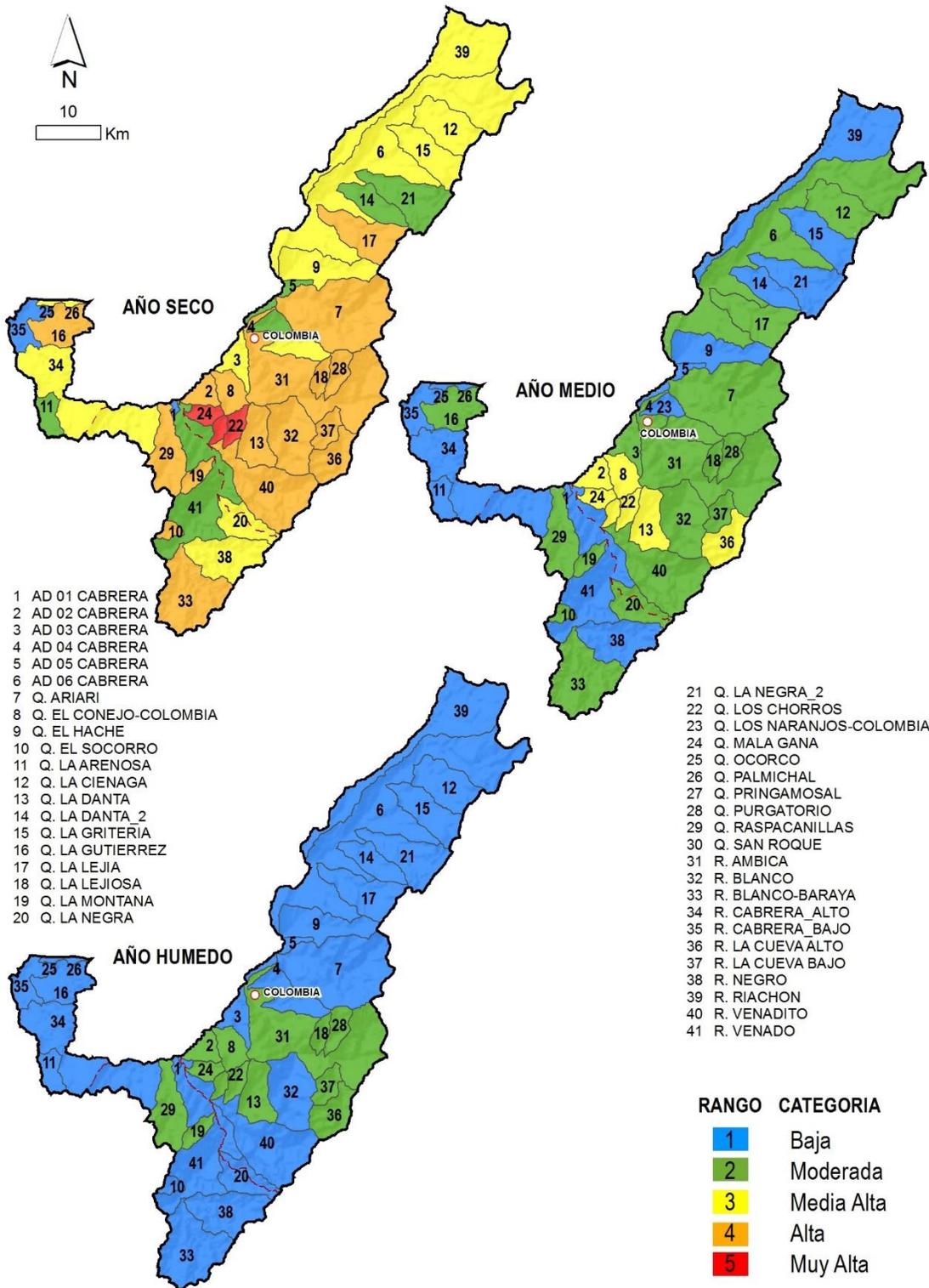


**Figura 71.** Mapas del IACAL de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |



**Figura 72.** Mapas del IACAL de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 73.** Mapas del IACAL de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 4.3.2. Índice de Macroinvertebrados acuáticos (IMA)

A continuación, se dan a conocer los resultados de la evaluación del índice de Macroinvertebrados Acuáticos, desarrollada a partir de los datos disponibles, obtenidos de muestreos puntuales realizados en fuentes hídricas y cuerpos de agua pertenecientes a las subzonas hidrográficas del departamento del Huila.

**Tabla 16. Evaluación Regional del IMA con base en la información disponible para el departamento del Huila**

SZH	FUENTE HIDRICA	MUNICIPIO	PUNTOS DE MUESTREO	COORDENAS		BMWP/ Col	CALIDAD
				N	W		
2101	Quebrada Banderas	Isnos	Parte Media	1°58'288"	76°14'134"	100	ACEPTABLE
	Quebrada Helechuzal			1°57'720"	76°13'99"	88	ACEPTABLE
2103	Laguna La Encantada	Acevedo	Punto 1	1°36'560"	76°06'22,5"	128	BUENA
	Río Suaza		Punto 2	1°37'6,95"	76°06'9,4"	50	DUDOSA
2106	Represa Betania	Hobo	Puntual	2°40'05,26"	75°25'44,2"	50	DUDOSA
2109	Quebrada La Colombia	Palermo	Punto 1	3°00'18,84"	75°31'22,4"	83	ACEPTABLE
			Punto 2	3°00'02,80"	75°31'16,1"	117	BUENA
			Punto 3	2°59'43,97"	75°31'16,0"	93	ACEPTABLE
			Punto 4	2°59'24,68"	75°31'11,8"	147	BUENA
			Punto 5	2°59'15,68"	75°31'11,9"	111	BUENA
2110	Canal La Ovejera	Campoalegre	Limite Centro de Formación Agroindustrial La Angostura	2°36'38,93"	75°21'43,08"	118	BUENA
	Río Frío	Campoalegre	Arriba de la Bocatoma	2°41'31,36"	75°17'16,89"	14	MUY CRITICA
			Antes del drenaje	2°41'17,84"	75°19'02,39"	53	DUDOSA
			Aguas abajo Quebrada El Vergel	2°41'20,72"	75°19'09,92"	32	CRITICA
			Aguas arriba Q. Lavapatatas	2°41'23,96"	75°19'32,07"	37	DUDOSA
			Aguas abajo Q. Lavapatatas	2°41'24,28"	75°19'33,52"	19	CRITICA
			Aguas arriba PTAR	2°42'6,84"	75°19'58,50"	31	CRITICA
			Aguas abajo PTAR	2°42'9,49"	75°19'58,2"	4	MUY CRITICA
2111	Río Villavieja	Villavieja	Aguas abajo vertimiento Tello	3°04'27,47"	75°08'29,29"	2	MUY CRITICA
			Aguas arriba bocatoma Tello	3°03'8,48"	75°03'34,58"	37	DUDOSA

SZH	FUENTE HIDRICA	MUNICIPIO	PUNTOS DE MUESTREO	COORDENAS		BMWP/ Col	CALIDAD
				N	W		
			Aguas arriba vertimiento Tello	3°04'23,26"	75°08'18,12"	27	CRITICA
			Antes del Río Magdalena	3°11'39,18"	75°14'8,28"	19	CRITICA
	Quebrada La Toma	Neiva	Punto 1. Curibano	2°56'04,93"	75°00'24,77"	54	DUDOSA
			Punto 2. La Española	2°56'00,31"	75°15'43,14"	55	DUDOSA
			Punto 3. Siete de Agosto	2°55'59,79"	75°16'18,75"	52	DUDOSA
			Punto 4. Veinte de Julio	2°56'04,07"	75°16'33,23"	50	DUDOSA
			Punto 5. La Libertad	2°56'05,92"	75°16'39,44"	35	CRITICA
	Quebrada La Jagua	Fortalecillas	Antes del Río Fortalecillas	3°02'02,50"	75°14'32,36"	234	BUENA
	Quebrada El Venado	Neiva	Aguas Arriba	2°58'11,20"	75°15'38,19"	63	ACEPTABLE
			Aguas Abajo	2°59'23,01"	75°16'36,03"	33	CRITICA
	Quebrada La Dinda	Rivera	Aguas Arriba	2°46'37,81"	75°14'50,34"	70	ACEPTABLE
			Aguas Abajo	2°47'02,20"	75°15'26,60"	24	CRITICA
	Río Arenoso	Neiva	Puntual	2°51'58,50"	75°13'32,00"	35	CRITICA
	Río del Oro	Neiva	Aguas Arriba	2°53'35,80"	75°14'59,50"	24	CRITICA
			Aguas Abajo	2°53'16,30"	75°10'29,50"	9	MUY CRITICA

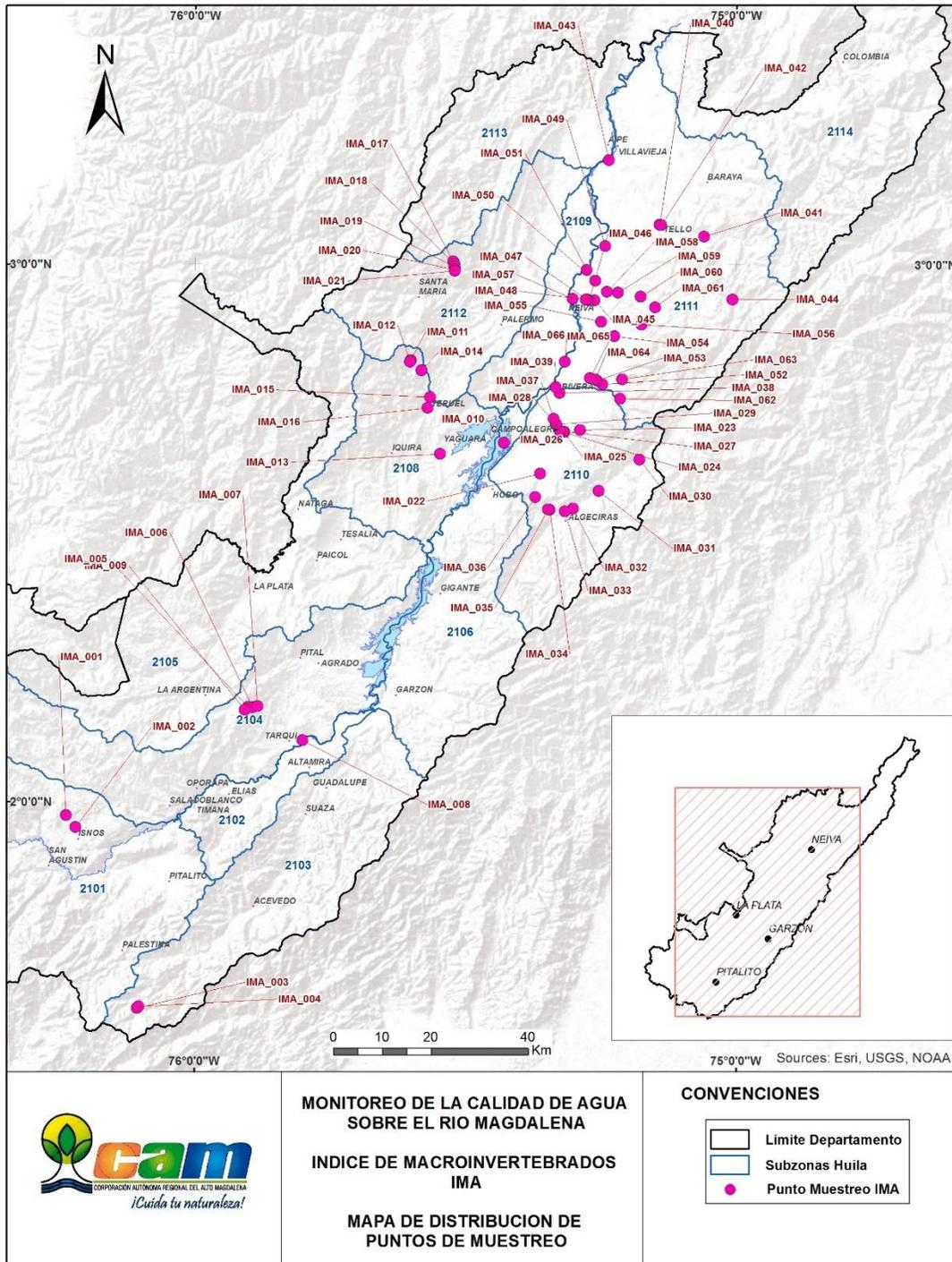


Figura 74. Mapa de distribución regional de puntos de muestreo de macroinvertebrados.



CAPÍTULO 5

*Evaluación del*  
**RIESGO HÍDRICO**  
**superficial**

## 5.1. Marco conceptual

El componente de riesgo en la ERA tiene como objetivo evaluar la situación actual y tendencias de las amenazas y vulnerabilidades del sistema hídrico natural, vulnerabilidad del recurso hídrico al desabastecimiento y a la disponibilidad por calidad, y las amenazas a la población por efecto de la dinámica de las aguas superficiales [11].

Los riesgos de los sistemas hídricos contemplan las afectaciones al ciclo de agua por los efectos de la variabilidad climática y las actividades humanas; en especial, aquellos eventos que disminuyen el caudal superficial y la recarga de acuíferos, desregulan el comportamiento natural de los caudales, disminuyen la capacidad de asimilación y aquellos que reducen o amplían la dinámica de las aguas superficiales sobre el territorio. De igual manera, examina los efectos anteriores sobre la oferta, demanda, calidad y disponibilidad para el aprovechamiento del recurso, además de la presión e impactos de estos sobre el sistema hídrico [11].

### 5.1.1. Conceptos básicos

**Amenaza:** Se entiende por amenaza a los sistemas hídricos naturales y su aprovechamiento, a la probabilidad de que se presenten eventos de origen natural o antrópico que puedan afectar de manera total o parcial, temporal o definitiva, los procesos naturales del agua y su aprovechamiento [11].

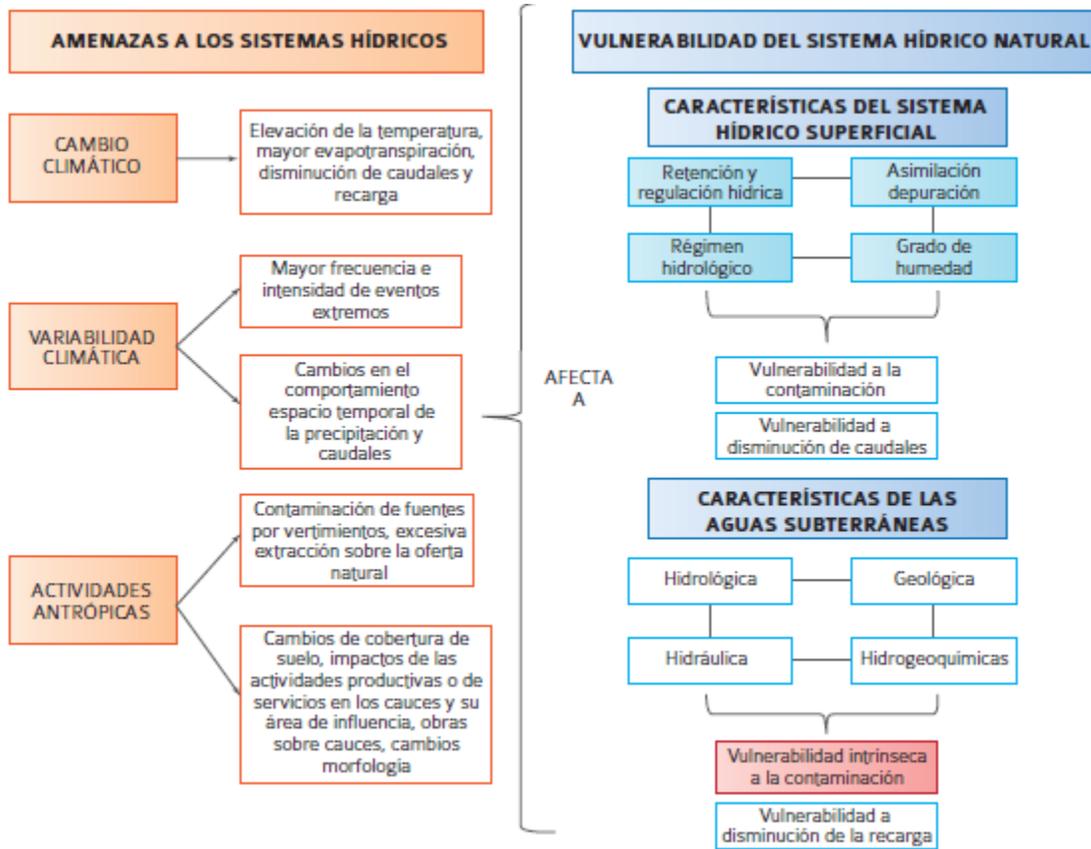
**Vulnerabilidad:** En un sistema hídrico se define como la susceptibilidad a la disminución de los caudales, la recarga de acuíferos, la capacidad de regulación hídrica y de depuración, la cual se encuentra determinada por las características intrínsecas de los sistemas hídricos y el nivel o grado de exposición a eventos naturales o antrópicos [11].

**Riesgos:** Analiza qué tan probable es que se presenten daños y pérdidas en los sistemas hídricos, que puedan afectar de manera total o parcial los procesos naturales del ciclo del agua debido a la ocurrencia de eventos amenazantes. En los riesgos se analiza la probabilidad de afectación en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico por una inadecuada relación entre la demanda y la oferta del sistema hídrico [11].

### Modelo conceptual de amenazas y vulnerabilidades del sistema hídrico natural

Se establece dos aspectos para el análisis de las amenazas al sistema hídrico, el primero relaciona la disminución de la oferta hídrica natural como consecuencias de la variabilidad y cambio climático y, la segunda, la disminución de la capacidad de los sistemas hídricos para retener y regular los caudales dada la pérdida de los

ecosistemas reguladores (paramos, humedales) por la ocurrencia de incendios, movimientos en masa y erosión, y por actividades sectoriales como la minería, la agricultura y la ganadería [11].



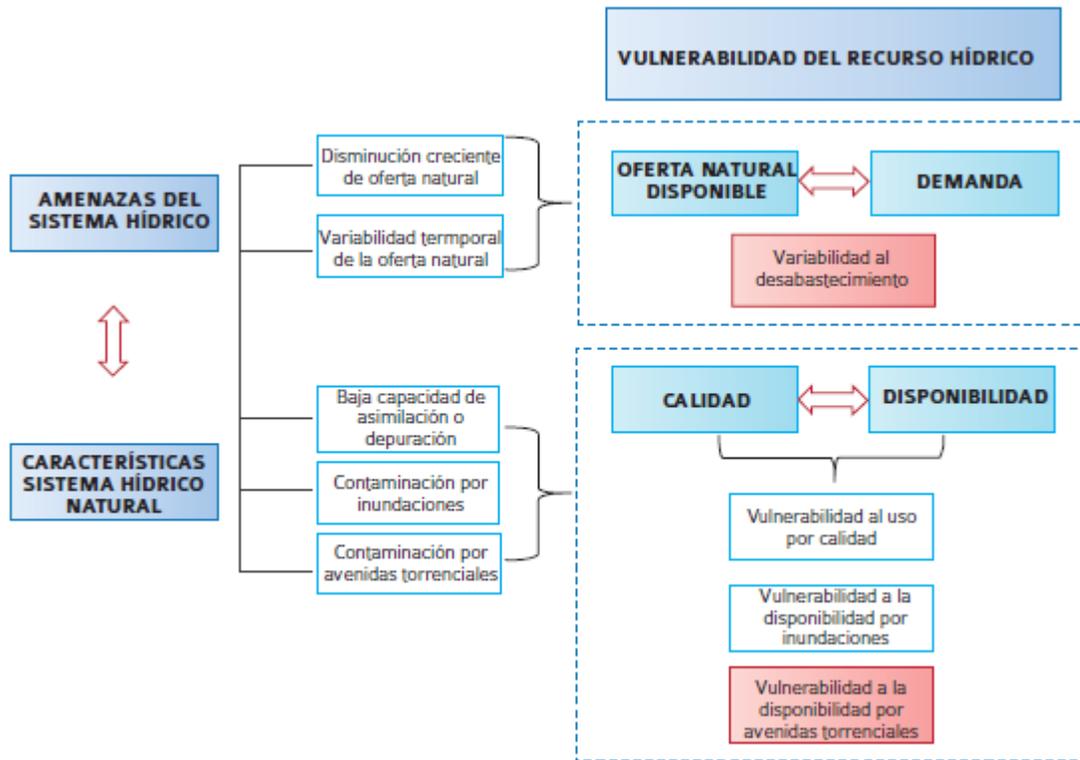
**Figura 75.** Modelo conceptual de análisis de amenazas y vulnerabilidades del sistema hídrico natural. Fuente: (IDEAM, 2013).

El esquema de la Figura 75 presenta un resumen de los aspectos a tener en cuenta en el proceso de determinación de amenazas y vulnerabilidad en el recurso hídrico dentro del primer componente.

### Modelo conceptual para evaluar la vulnerabilidad del recurso hídrico

El segundo objetivo del componente de riesgo se relaciona con las características de las condiciones naturales y el tipo de uso y aprovechamiento del mismo. La vulnerabilidad al desabastecimiento del agua se asocia a la relación entre la variabilidad de la oferta disponible y la demanda de este para las actividades humanas, presenta tres aspectos: 1) cuando existe una demanda superior o igual a una oferta disponible con comportamiento estable y permanente, lo cual puede presionar el recurso hídrico y configurar un agotamiento del mismo; 2) cuando la oferta natural presenta alteraciones importantes por cambios climáticos y las

actividades humanas, disminuyendo la oferta disponible del recurso y desequilibrando la relación oferta-demanda de manera permanente y 3) cuando el comportamiento natural de los regímenes hidrológico e hidrogeológico presenta fluctuaciones temporales que no están acordes a una demanda más constante en la unidad de tiempo de análisis, lo cual lleva a un desabastecimiento en periodos determinados [11].



**Figura 76.** Modelo conceptual para evaluar la vulnerabilidad del recurso hídrico. Fuente: (IDEAM, 2013).

La vulnerabilidad a la disponibilidad del agua se asocia a la relación entre las características fisicoquímicas del agua y las condiciones de calidad requeridas para los diferentes usos, como el acceso a esta por efectos de problemas en la captación. Se deben contemplar los siguientes escenarios para el análisis:

Cuando los flujos procedentes de los eventos torrenciales e inundaciones cambian sustancialmente la calidad de las aguas por efectos de materiales sólidos y líquidos que la contaminan en un alto grado [11].

Aportes de gran cantidad de sólidos procedentes de movimientos en masa y de erosión que se desarrollan en las áreas de influencia del cauce [11].

Cuando las cargas contaminantes vertidas a lo largo del cauce superan la capacidad de asimilación y depuración de los regímenes hidrológicos, dificultando e incluso impidiendo el aprovechamiento para el abastecimiento humano y las demás actividades [11].

### Modelo conceptual para analizar las amenazas al territorio.

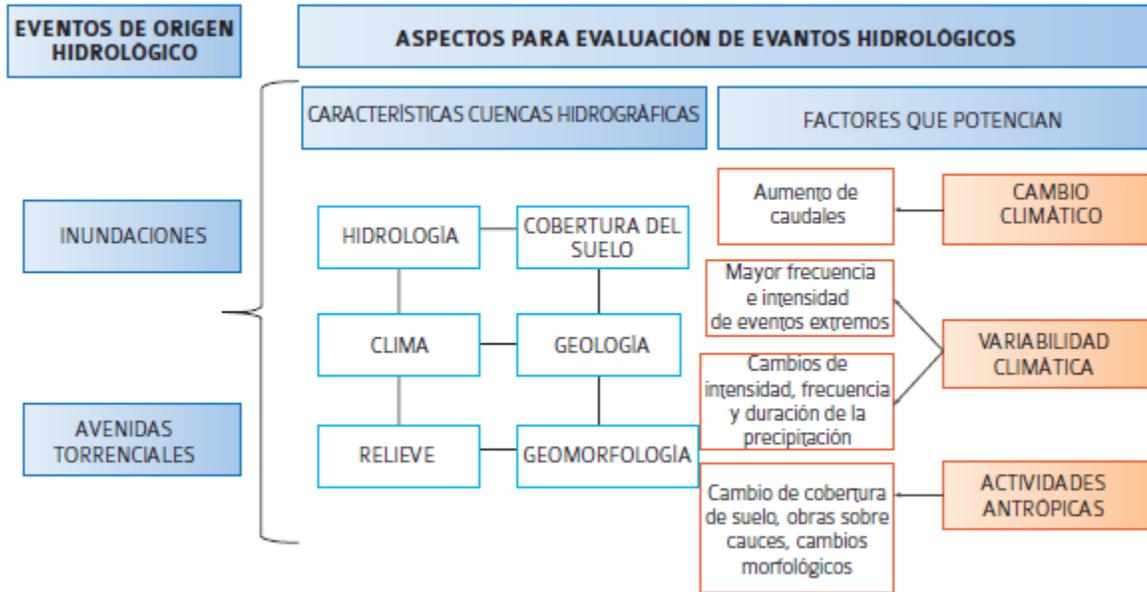


Figura 77. Modelo conceptual para análisis de amenazas en el territorio. Fuente: (IDEAM, 2013).

Se analizan eventos de inundaciones lentas y torrenciales, que alteren sus actividades y amenacen a la población, consecuencia de la variación de las condiciones naturales y el área de ocupación que afecten las inundaciones lentas o torrenciales (precipitaciones excesivas y prolongadas) [11].

Las causas de las inundaciones se relacionan directamente con factores climáticos, ocasionados por la excesiva precipitación, alta intensidad y duración, sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, aluviones, etc.; Actividades antrópicas como: uso del suelo, deforestación, urbanizaciones, redes de drenajes, construcción de canales, diques, etc. [11].

Las Avenidas Torrenciales, corresponden a crecientes súbitas en cauces de montaña, con descargas pico de gran magnitud, producidas por tormentas severas generalmente de limitada extensión en área. Son uno de los tipos más comunes de amenazas y son extremadamente peligrosas debido a su naturaleza rápida; son de corta duración, pequeña extensión, flujo rápido, alto caudal, causantes de daños importantes [11].

## 5.1.2. Indicadores de riesgo en la ERA

### Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET)

El IVET indica la relación existente entre las características de la forma de una cuenca que son indicativos de la torrencialidad en la misma, en relación con las condiciones hidrológicas en dicha cuenca. Representa una matriz de decisión entre las categorías del índice morfométrico y el índice de variabilidad. La unidad de medida del indicador es cualitativa y se expresa en términos de vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja [11], como se puede detallar a continuación.

**Tabla 17.** Clasificación del IVET de acuerdo a los factores relacionales del índice de variabilidad e índice morfométrico de torrencialidad. Fuente: (IDEAM, 2013)

Índice de variabilidad	índice morfométrico de torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Muy baja	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Media	Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

El Índice Morfométrico de Torrencialidad es la relación entre los parámetros morfométricos para salir de la cuenca luego de un evento de precipitación y con ello inferir cuál podría ser el nivel de susceptibilidad a procesos torrenciales. Por otro lado, el Índice de Variabilidad muestra el comportamiento de los caudales en una determinada cuenca [11].

### Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

El IVH representa 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 – podría generar riesgos de desabastecimiento. Se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica y el índice de uso de agua [11]. Las categorías de este índice se presentan en la Tabla 18.

**Tabla 18. Clasificación del IVH. Fuente: (IDEAM, 2013)**

Índice de uso del agua	Índice de regulación	categoría de vulnerabilidad
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy Bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy Bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy Bajo	Muy alto

## 5.2. Marco metodológico

La evaluación regional del riesgo hídrico superficial se realizó de acuerdo a los lineamientos metodológicos desarrollados por el IDEAM que facilitan el cálculo de los indicadores hídricos regionales, índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico e índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales [11], asociadas a cada una de las 564 subcuencas hidrográficas del departamento del Huila.

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

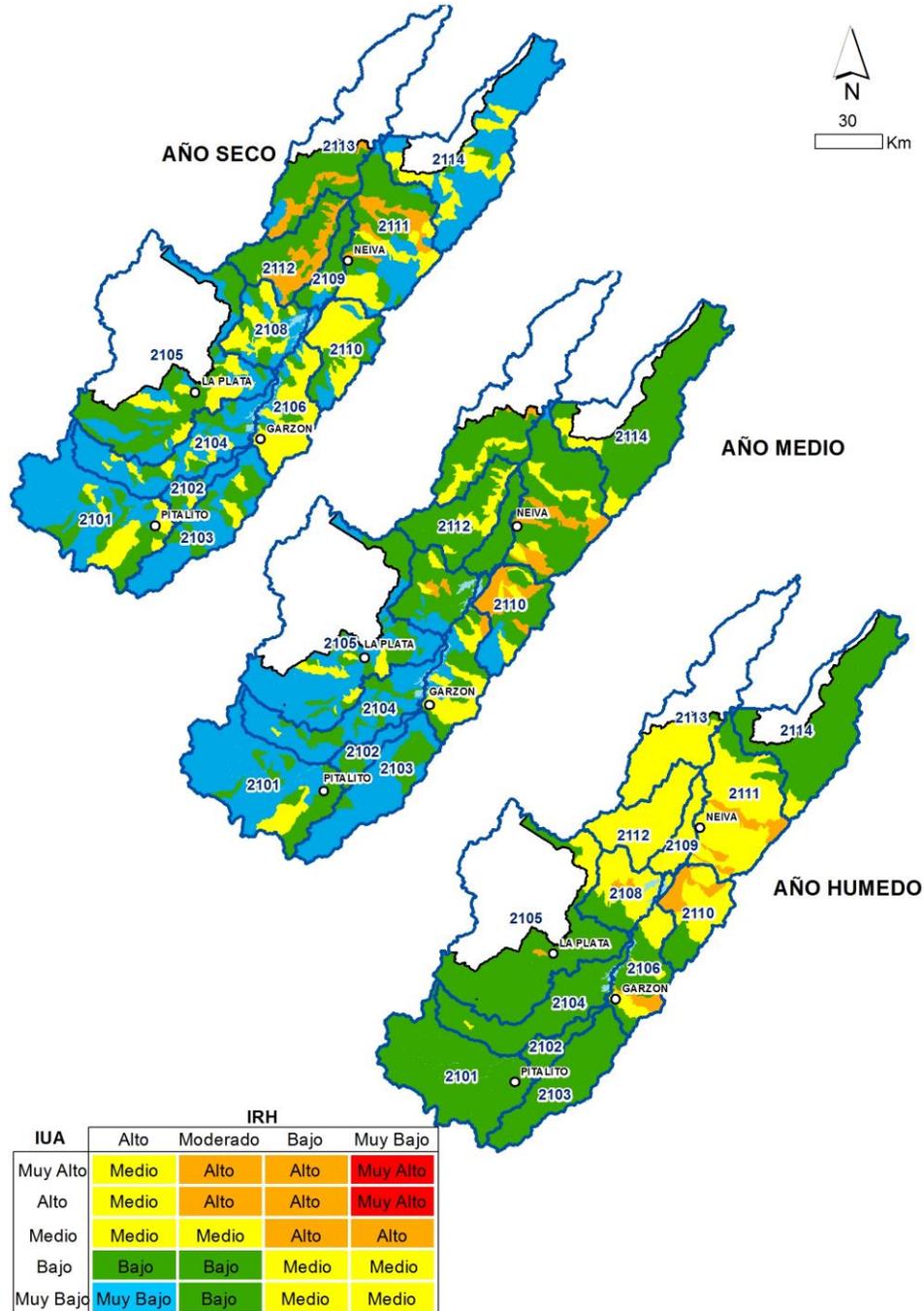


Figura 78. Mapa regional del IVH para los años hidrológicos medio, seco y húmedo

Como se puede apreciar en la figura anterior, centrando el análisis para el año hidrológico medio, se identifican unas áreas de alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en las subzonas 2110, 2111 y un área específica de la subzona 2108. Para el año hidrológico seco la situación del IVH cambia un poco y se muestran condiciones críticas en las subzonas 2111, 2112 y 2113, las cuales presentan una valoración del IVH Alta; el resto de las subzonas presentan un IVH entre Moderada, Baja y Muy Baja. Respecto al año hidrológico húmedo, la zona sur del departamento del Huila, conformadas por las subzonas hidrográficas 2101 a 2106, evidencia una condición favorable con un IVH Bajo; en tanto que la zona norte, asociada a las subzonas de la 2108 a 2113, alcanza un IVH Medio. El anterior comportamiento posiblemente se debe a que la zona norte, en el escenario de año hidrológico húmedo, presenta mayor demanda de agua superficial y una baja capacidad de retención y regulación hídrica.

En general, para los tres escenarios hidrológicos, el departamento del Huila presenta una baja vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico en las subzonas hidrográficas de la zona sur; mientras que para algunas subcuencas de las subzonas hidrográficas de la parte norte la vulnerabilidad varía entre Alta y Media. A continuación, se presenta un análisis por Subzonas hidrográficas.

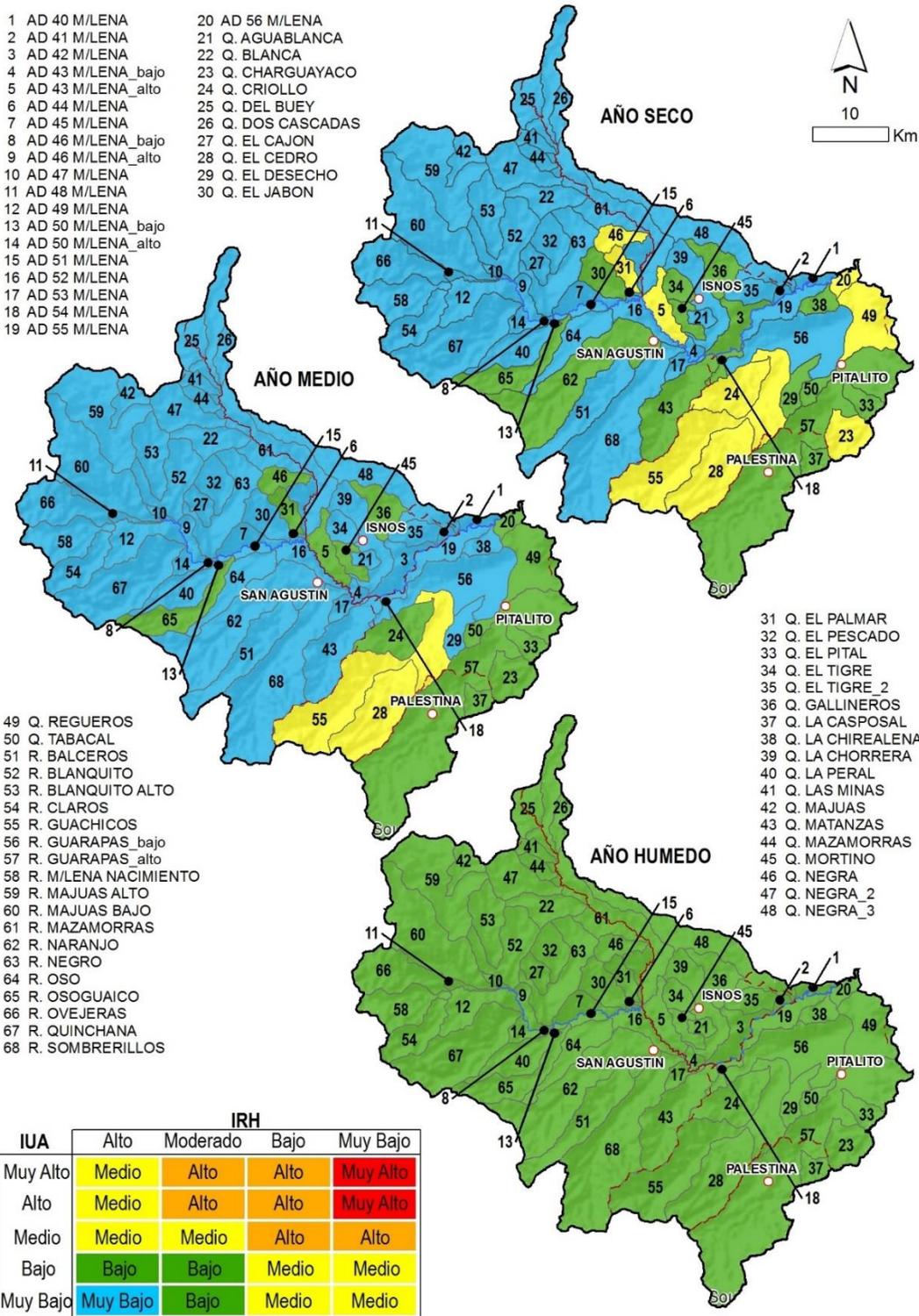
### **2101 - Alto Magdalena, 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena, 2103 - Río Suaza, 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi) y 2105 - Río Páez**

Las subzonas 2101 a 2105 presentan un comportamiento relativamente similar (*Ver Figura 79 a Figura 83*), en el año hidrológico medio, las valoraciones del IVH varían entre Muy Bajo, Bajo y Moderado, lo cual se asocia a una oferta hídrica superficial disponible muy alta con respecto a la demanda. Mientras que en el año hidrológico seco se observan unas pocas áreas de color amarillo que representan valoraciones de IVH correspondientes a Moderado, el resto de las subzonas presenta una mejor condición asociada a un IVH Bajo y Muy Bajo.

Respecto al año hidrológico húmedo las calificaciones del índice de vulnerabilidad por desabastecimiento IVH son Baja y Muy Baja. En general, de acuerdo a la información generada no presenta ningún tipo de riesgo de desabastecimiento en las cinco subzonas hidrográficas analizadas, a excepción de la subcuenca Quebrada Barbillas, correspondiente a la Subzona 2105, que evidencia un IVH Alto relacionado a riesgo por desabastecimiento hídrico; a de considerarse que esta subcuenca es pequeña y contiene la fuente abastecedora del acueducto Urbano del Municipio de La Plata.

- 1 AD 40 M/LENA
- 2 AD 41 M/LENA
- 3 AD 42 M/LENA
- 4 AD 43 M/LENA\_bajo
- 5 AD 43 M/LENA\_alto
- 6 AD 44 M/LENA
- 7 AD 45 M/LENA
- 8 AD 46 M/LENA\_bajo
- 9 AD 46 M/LENA\_alto
- 10 AD 47 M/LENA
- 11 AD 48 M/LENA
- 12 AD 49 M/LENA
- 13 AD 50 M/LENA\_bajo
- 14 AD 50 M/LENA\_alto
- 15 AD 51 M/LENA
- 16 AD 52 M/LENA
- 17 AD 53 M/LENA
- 18 AD 54 M/LENA
- 19 AD 55 M/LENA

- 20 AD 56 M/LENA
- 21 Q. AGUABLANCA
- 22 Q. BLANCA
- 23 Q. CHARGUAYACO
- 24 Q. CRIOLLO
- 25 Q. DEL BUEY
- 26 Q. DOS CASCADAS
- 27 Q. EL CAJON
- 28 Q. EL CEDRO
- 29 Q. EL DESECHO
- 30 Q. EL JABON

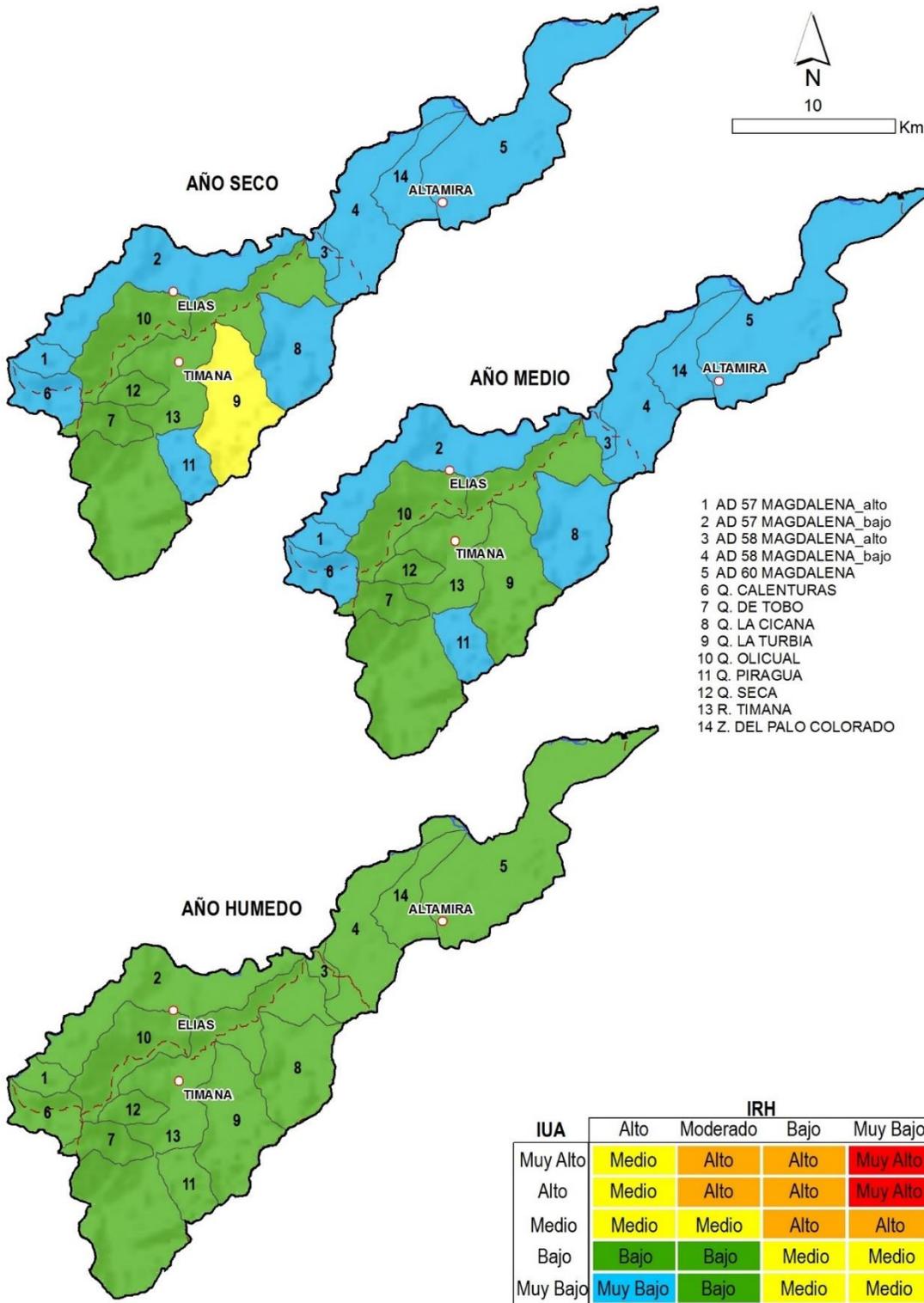


- 49 Q. REGUEROS
- 50 Q. TABACAL
- 51 R. BALCEROS
- 52 R. BLANQUITO
- 53 R. BLANQUITO ALTO
- 54 R. CLAROS
- 55 R. GUACHICOS
- 56 R. GUARAPAS\_bajo
- 57 R. GUARAPAS\_alto
- 58 R. M/LENA NACIMIENTO
- 59 R. MAJUAS ALTO
- 60 R. MAJUAS BAJO
- 61 R. MAZAMORRAS
- 62 R. NARANJO
- 63 R. NEGRO
- 64 R. OSO
- 65 R. OSOGUAICO
- 66 R. OVEJERAS
- 67 R. QUINCHANA
- 68 R. SOMBRERILLOS

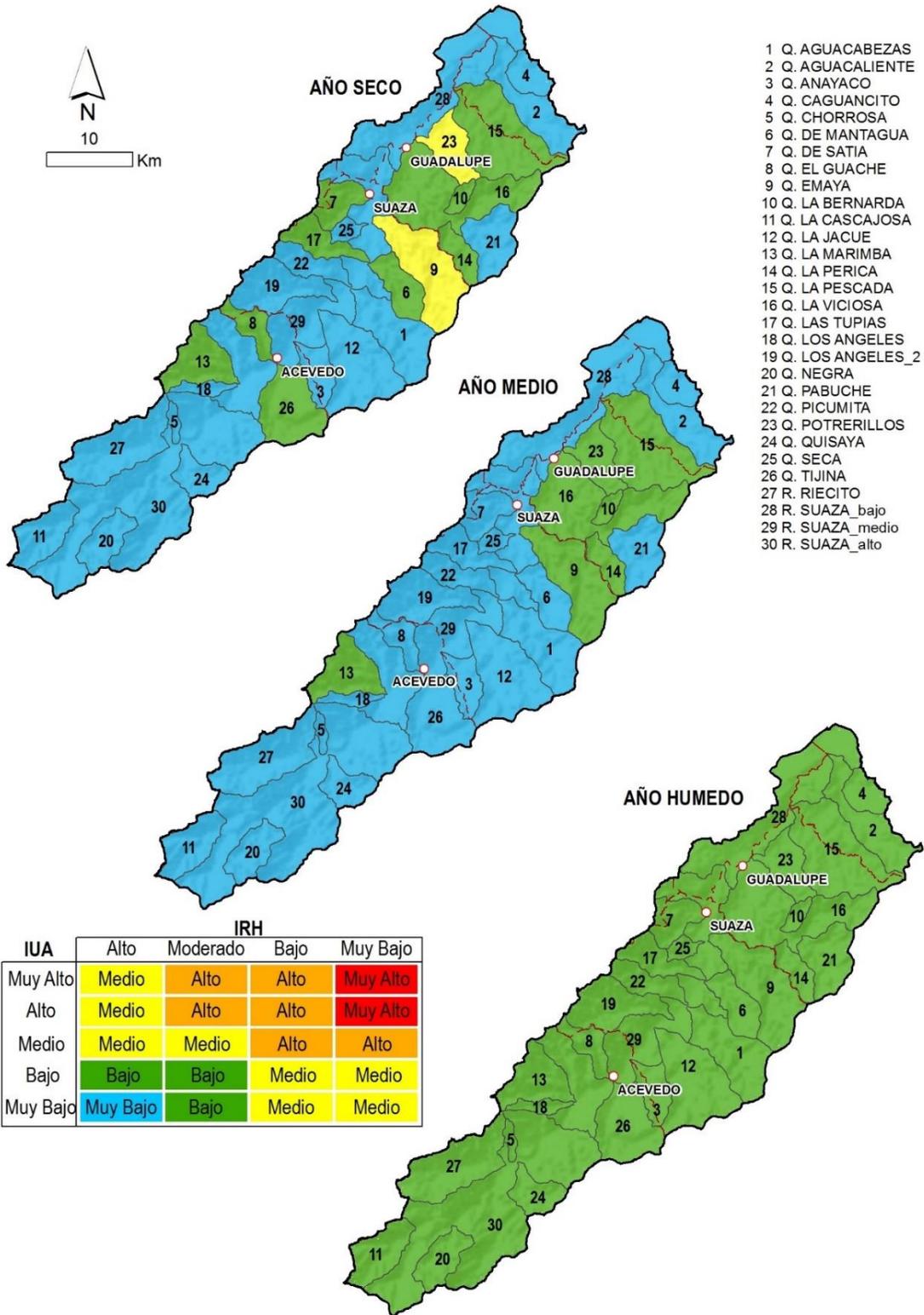
- 31 Q. EL PALMAR
- 32 Q. EL PESCADO
- 33 Q. EL PITAL
- 34 Q. EL TIGRE
- 35 Q. EL TIGRE\_2
- 36 Q. GALLINEROS
- 37 Q. LA CASPOSAL
- 38 Q. LA CHIREALENA
- 39 Q. LA CHORRERA
- 40 Q. LA PERAL
- 41 Q. LAS MINAS
- 42 Q. MAJUAS
- 43 Q. MATANZAS
- 44 Q. MAZAMORRAS
- 45 Q. MORTINO
- 46 Q. NEGRA
- 47 Q. NEGRA\_2
- 48 Q. NEGRA\_3

IUA	IRH			
	Alto	Moderado	Bajo	Muy Bajo
Muy Alto	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
Alto	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Medio	Medio

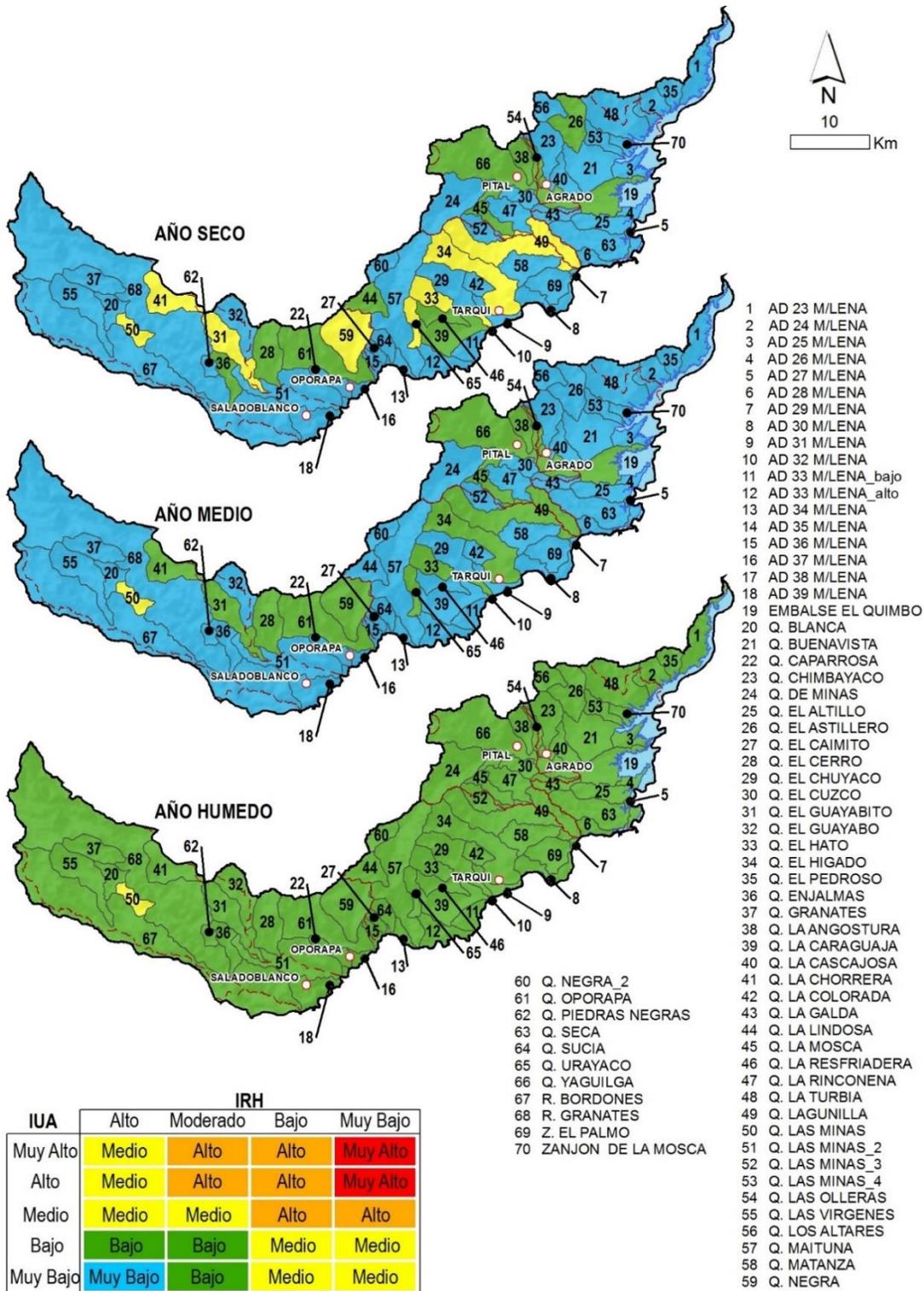
Figura 79. Mapas del IVH de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 80.** Mapas de IVH de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

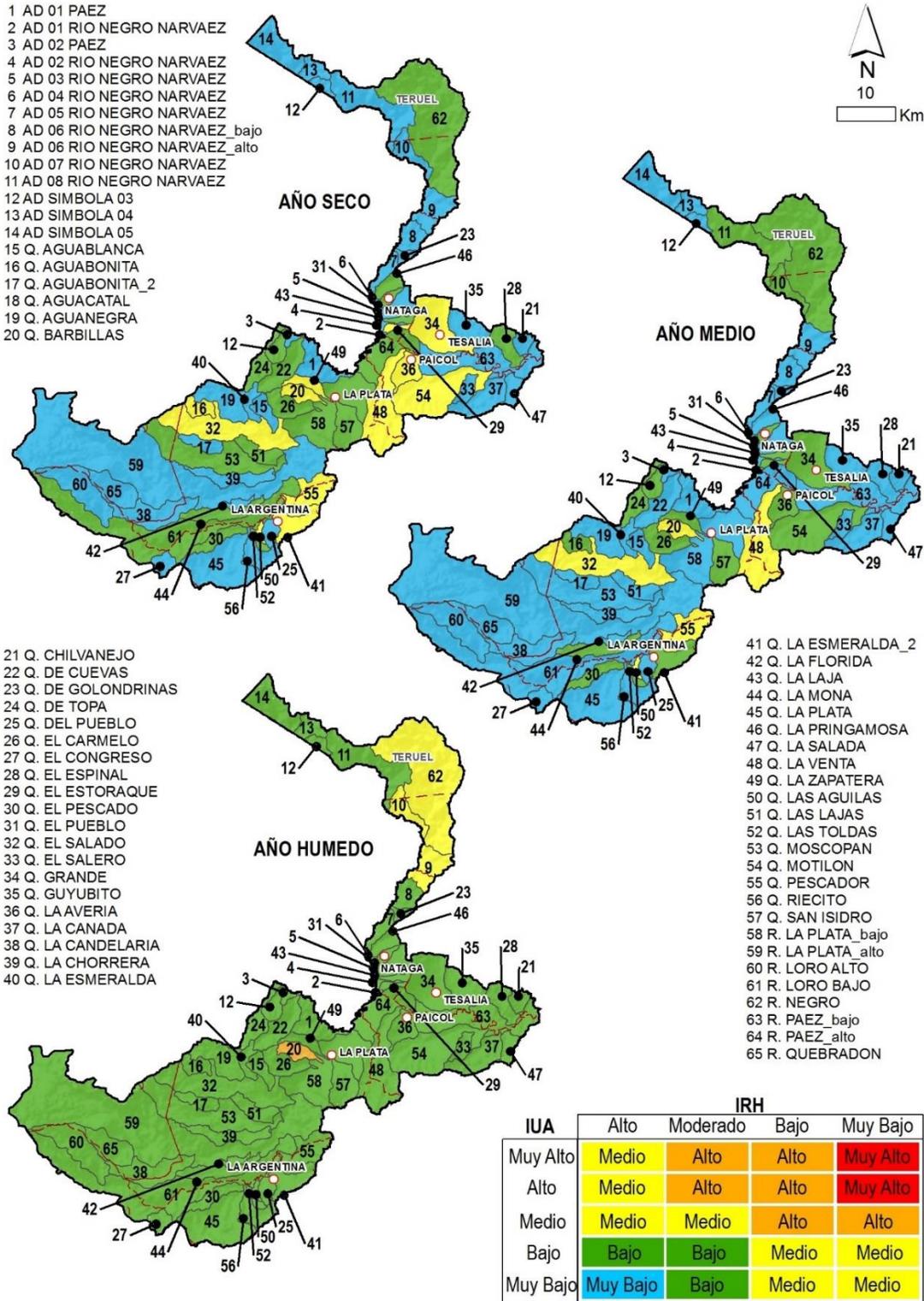


**Figura 81.** Mapas de IVH de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 82.** Mapas del IVH de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- 1 AD 01 PAEZ
- 2 AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ
- 3 AD 02 PAEZ
- 4 AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ
- 5 AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ
- 6 AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ
- 7 AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ
- 8 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_bajo
- 9 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_alto
- 10 AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ
- 11 AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ
- 12 AD SIMBOLA 03
- 13 AD SIMBOLA 04
- 14 AD SIMBOLA 05
- 15 Q. AGUABLANCA
- 16 Q. AGUABONITA
- 17 Q. AGUABONITA\_2
- 18 Q. AGUACATAL
- 19 Q. AGUANEGRA
- 20 Q. BARBILLAS



**Figura 83.** Mapas del IVH de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

### 2106 - Ríos directos Magdalena (md)

Para el año hidrológico medio esta Subzona presenta un IVH entre Muy Bajo, Bajo y Moderado, asociado a una oferta hídrica superficial disponible suficiente con respecto a la demanda. La única Subcuenca que presenta una vulnerabilidad Alta es Q. el Hobo debido a su capacidad de retención media y a su alta demanda de agua.

En el año hidrológico seco la mayoría de las subcuencas presentan una vulnerabilidad media al desabastecimiento, debido a que el IUA aumenta al disminuir la oferta hídrica; en general se mantienen los requerimientos de agua en la Subzona. Finalmente, para el año hidrológico húmedo el IVH varía entre Muy Bajo, Bajo y moderado presentando una oferta disponible suficiente con respecto a la demanda. La única Subcuenca que presenta una Vulnerabilidad Alta es Q. Majo debido a su capacidad de retención media y a su alta demanda de agua (*Ver Figura 84*).

### 2108 - Río Yaguará

En el año hidrológico medio esta subzona hidrográfica presenta condiciones favorables, con vulnerabilidad al desabastecimiento entre bajo y muy bajo, Río La María y Q. Grande evidencian una vulnerabilidad media. Para el año hidrológico húmedo y año hidrológico seco esta situación cambia un poco, más del 50% de su área presenta una vulnerabilidad media, en tanto que el resto se mantiene con una vulnerabilidad baja y muy baja al desabastecimiento hídrico, a excepción de las Subcuencas Río Iquira Bajo y Río Pedernal Bajo que mantienen valores de IVH Alto (*Ver Figura 85*).

### 2109 - Juncal y otros Ríos directos al Magdalena

Tanto el año hidrológico medio como el año hidrológico seco se asocian a condiciones favorables, con valoraciones del IVH entre bajo y muy bajo, a excepción de la subcuenca Q. La Sardinata, cuyo IVH corresponde a medio. Respecto al año hidrológico húmedo se presenta un IVH categorizado como medio (*Ver Figura 86*).

### 2110 - Río Neiva

Para el año hidrológico medio, cinco subcuencas: Q. la Ciénaga, Río Neiva bajo, Río Frío Campoalegre, Q. Las Tapias y Q. Los Negros, presentan alta vulnerabilidad al desabastecimiento; el resto de la Subzona muestra una vulnerabilidad entre moderada y baja. Para el año hidrológico seco el comportamiento se asocia a un IVH entre medio y bajo, debido al alto IRH que presenta la subzona. Respecto al año hidrológico húmedo, tres subcuencas: Q. la Ciénaga, Río Frío Campoalegre y Río Neiva Bajo mantienen su condición de alta vulnerabilidad, mientras que el resto de la Subzona presenta vulnerabilidad entre moderada y baja (*Ver Figura 87*).

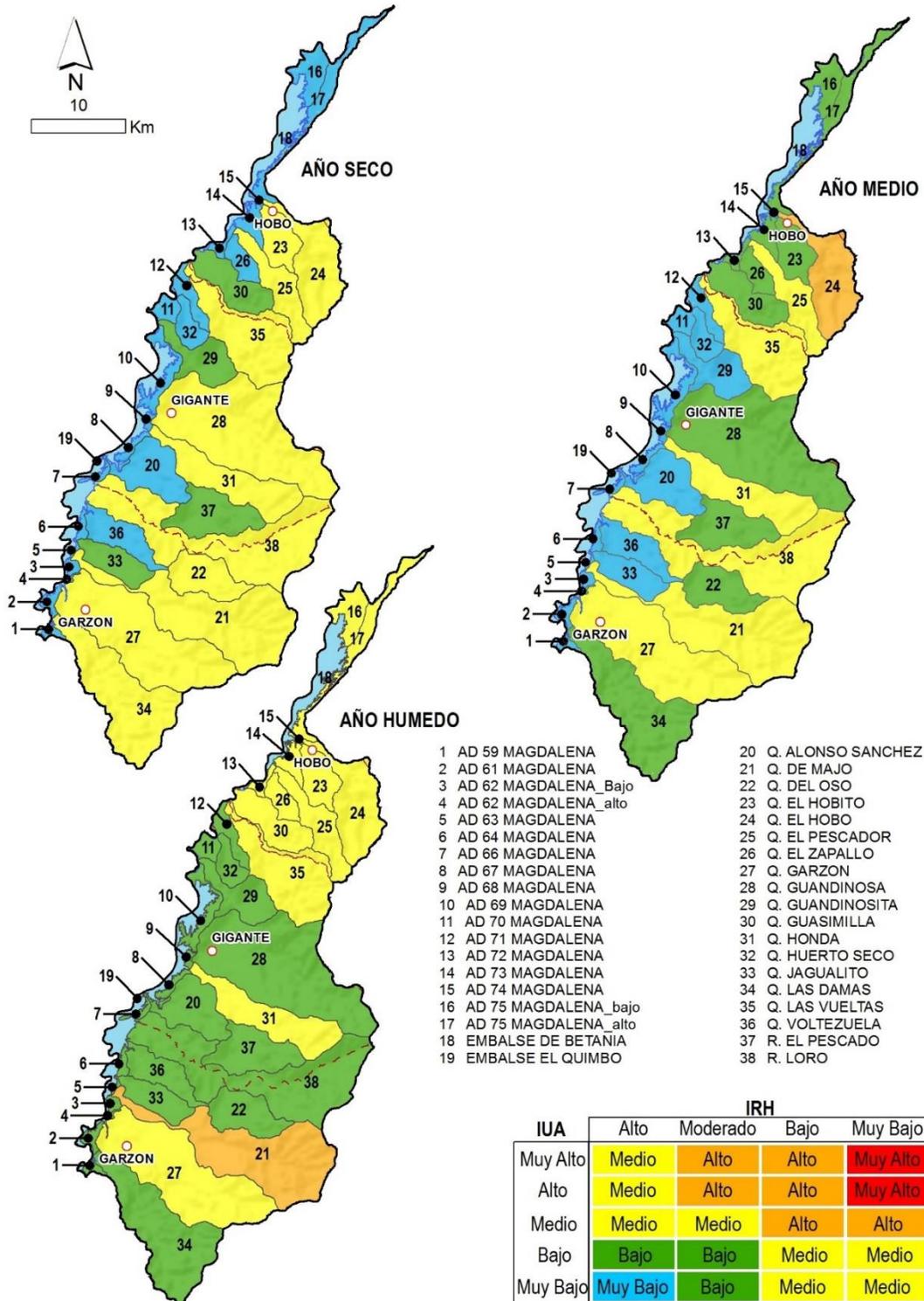
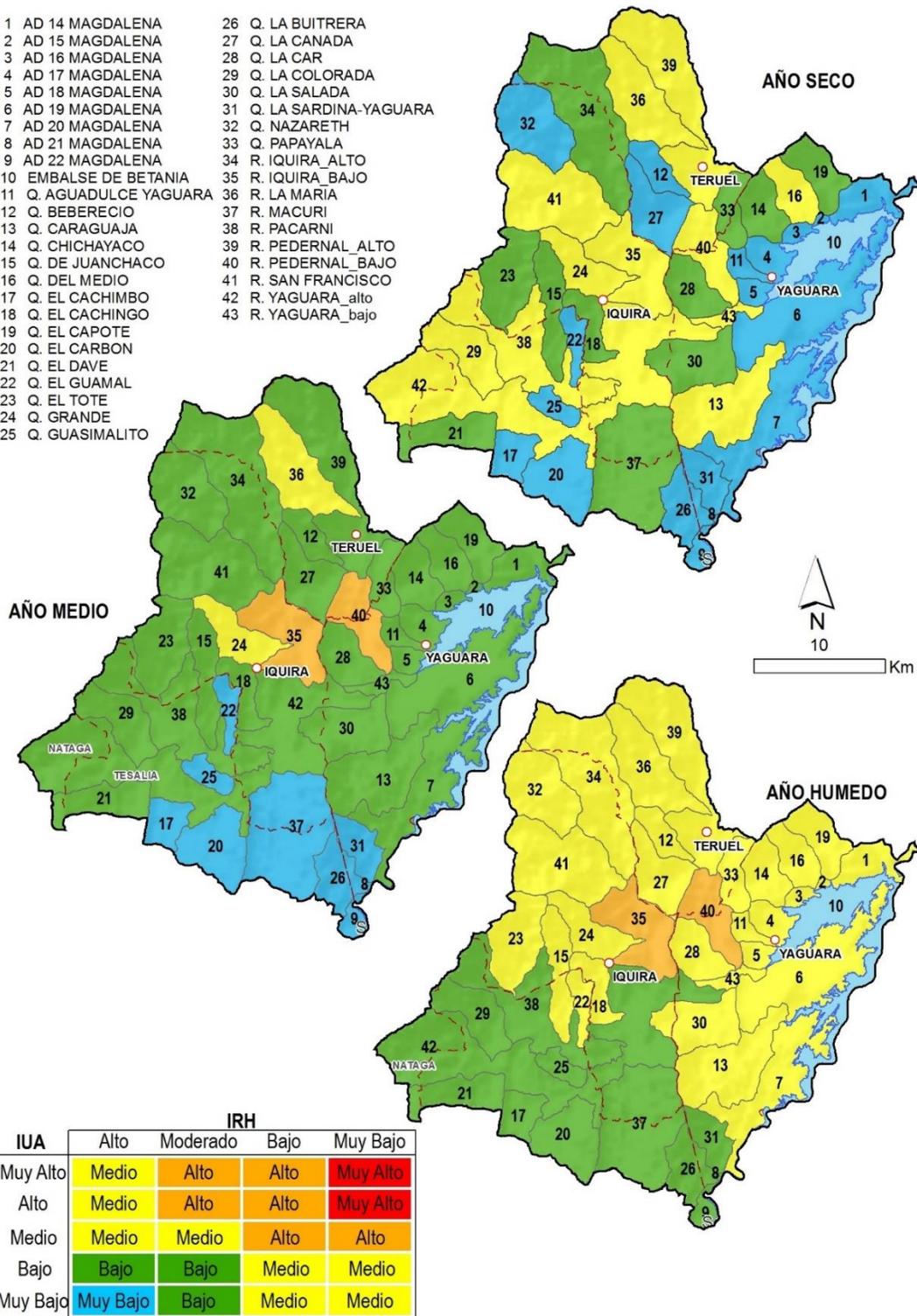
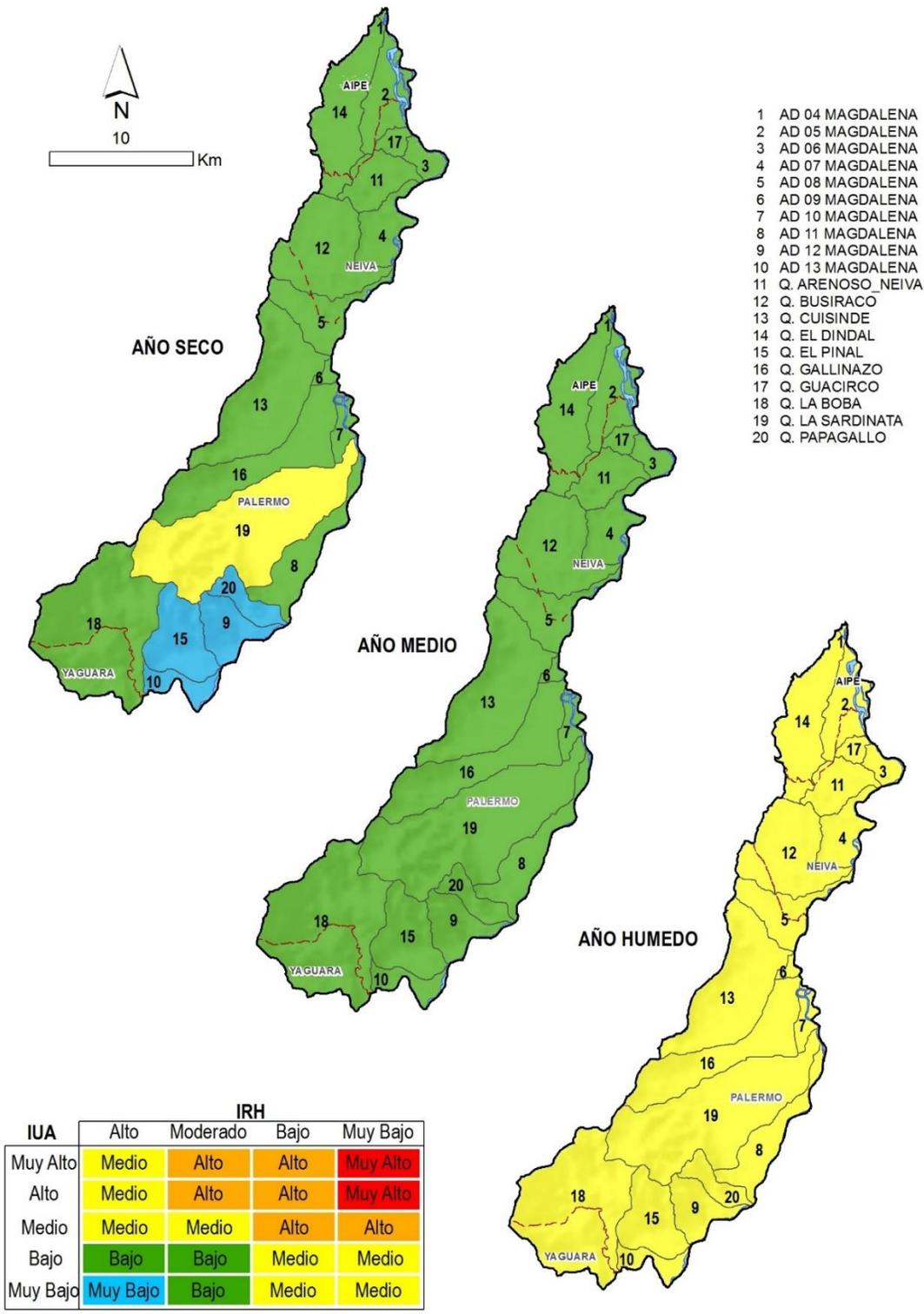


Figura 84. Mapas del IVH de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- 1 AD 14 MAGDALENA
- 2 AD 15 MAGDALENA
- 3 AD 16 MAGDALENA
- 4 AD 17 MAGDALENA
- 5 AD 18 MAGDALENA
- 6 AD 19 MAGDALENA
- 7 AD 20 MAGDALENA
- 8 AD 21 MAGDALENA
- 9 AD 22 MAGDALENA
- 10 EMBALSE DE BETANIA
- 11 Q. AGUADULCE YAGUARA
- 12 Q. BEBERECIO
- 13 Q. CARAGUAJA
- 14 Q. CHICHAYACO
- 15 Q. DE JUANCHACO
- 16 Q. DEL MEDIO
- 17 Q. EL CACHIMBO
- 18 Q. EL CACHINGO
- 19 Q. EL CAPOTE
- 20 Q. EL CARBON
- 21 Q. EL DAVE
- 22 Q. EL GUAMAL
- 23 Q. EL TOTE
- 24 Q. GRANDE
- 25 Q. GUASIMALITO
- 26 Q. LA BUITRERA
- 27 Q. LA CANADA
- 28 Q. LA CAR
- 29 Q. LA COLORADA
- 30 Q. LA SALADA
- 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA
- 32 Q. NAZARETH
- 33 Q. PAPAYALA
- 34 R. IQUIRA\_ALTO
- 35 R. IQUIRA\_BAJO
- 36 R. LA MARIA
- 37 R. MACURI
- 38 R. PACARNI
- 39 R. PEDERNAL\_ALTO
- 40 R. PEDERNAL\_BAJO
- 41 R. SAN FRANCISCO
- 42 R. YAGUARA\_alto
- 43 R. YAGUARA\_bajo



**Figura 85.** Mapas del IVH de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 86.** Mapas del IVH de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 2111 - Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena

Para el año hidrológico medio cinco subcuencas: Q. La Honda Rivera, Q. La Medina, Río Frío Rivera, Río Fortalecillas y Río Las Ceibas Bajo, presentan una IVH alto; las demás subcuencas presentan una vulnerabilidad entre moderada y baja. Para año hidrológico seco el comportamiento de cuatro subcuencas: Q. El Aceite, Río Las Ceibas Bajo, Río Guarocó y Río Villavieja, evidencian una vulnerabilidad alta respecto a demás subcuencas que se clasifican con IVH Medio Bajo y Muy bajo. Finalmente, en el año hidrológico húmedo, tres subcuencas: Q. Río Frío Rivera, Q. La Medina y Río Fortalecillas, mantienen su condición de alta vulnerabilidad, el resto de la Subzona presenta vulnerabilidad entre moderada y baja (*Ver Figura 88*).

### 2112 - Río Bache

En el año hidrológico medio se presenta una condición de vulnerabilidad baja al desabastecimiento hídrico, solamente dos Subcuencas: Q. San Juan y Río Baché Bajo, evidencian una vulnerabilidad moderada. Para año hidrológico seco el comportamiento de siete subcuencas: Q. el Nilo, Q. La Guagua, Q. La Urriaga, Q. San Benito, Q. San Juan, Río Baché Bajo y Río Tune Alto, se asocia a una vulnerabilidad alta, las demás subcuencas presentan una vulnerabilidad baja. En lo que respecta al año hidrológico húmedo, se evidencia una vulnerabilidad media, posiblemente asociada a que el IRH se clasifica entre bajo y medio (*Ver Figura 89*).

### 2113 - Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena

En el año hidrológico medio presenta una condición de vulnerabilidad baja al desabastecimiento hídrico, solamente dos Subcuencas: AD 01 Patá, AD 03 Patá, evidencian una vulnerabilidad Alta; mientras que otras dos, AD 05 Patá y Río Aipe, una vulnerabilidad Moderada. Para año hidrológico seco, tres subcuencas: Río Aipe, AD 01 Patá, AD 03 Patá, sustentan una vulnerabilidad Alta, el resto de la Subzona muestra valores de IVH asociados a la calificación Bajo. Finalmente, para el año hidrológico húmedo solamente la Subcuenca AD 03 Patá se mantiene con un IVH alto, la demás área evidencia una vulnerabilidad media (*Ver Figura 90*).

### 2114 - Río Cabrera

Esta Subzona presenta una condición favorable tanto para el año hidrológico medio como el año hidrológico húmedo, debido a que el IVH se clasifica como Bajo; solamente dos subcuencas: Río Blanco Baraya y Río Cabrera Alto, presentan un IVH medio, el cual se relaciona a una oferta hídrica superficial disponible alta respecto a la demanda. Para el año hidrológico seco, el IVH presentan valoraciones que oscilan entre Muy Baja, Baja y Medio, lo anterior indica que la oferta hídrica superficial disponible es mayor que la demanda. (*Ver Figura 91*).

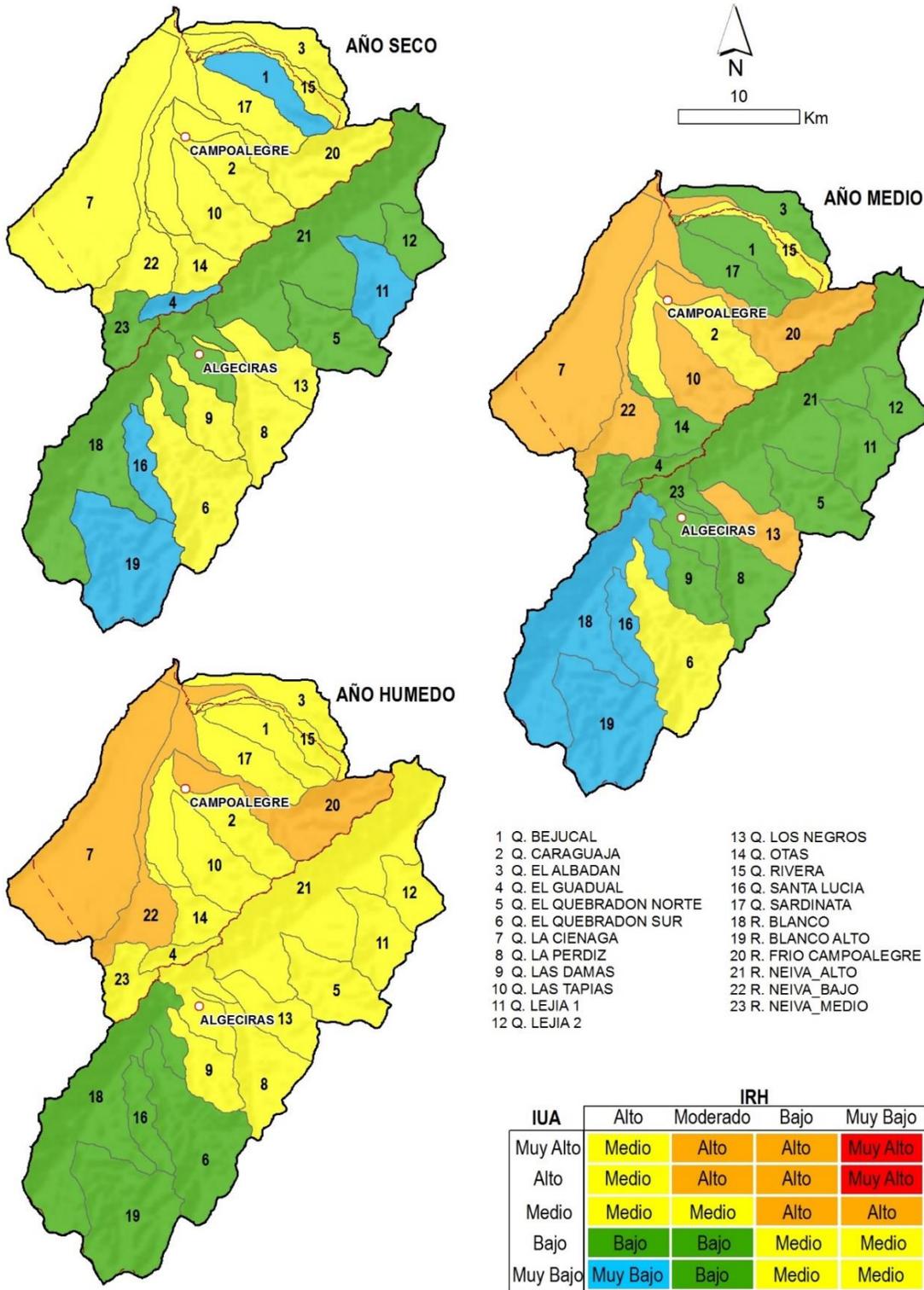
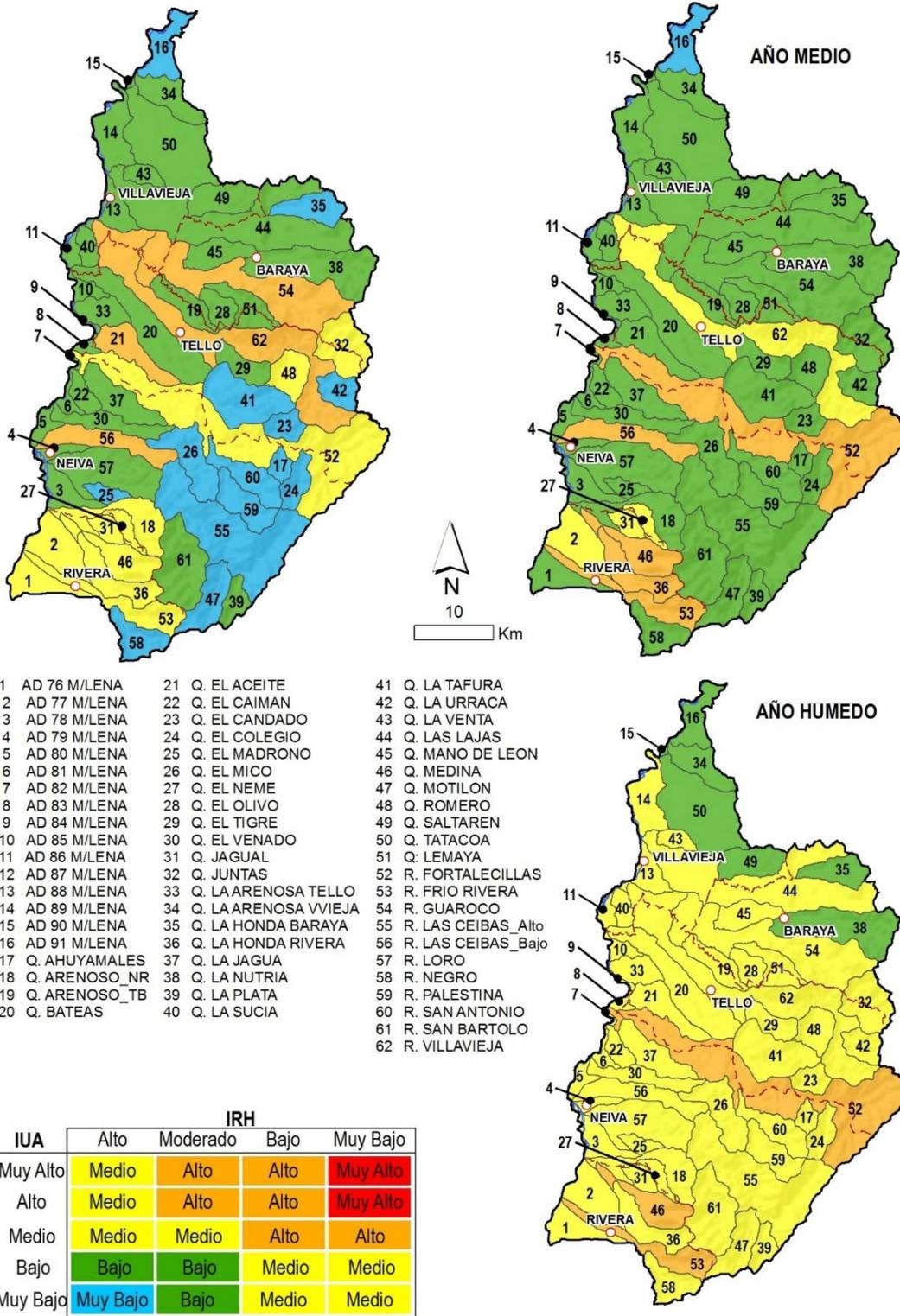
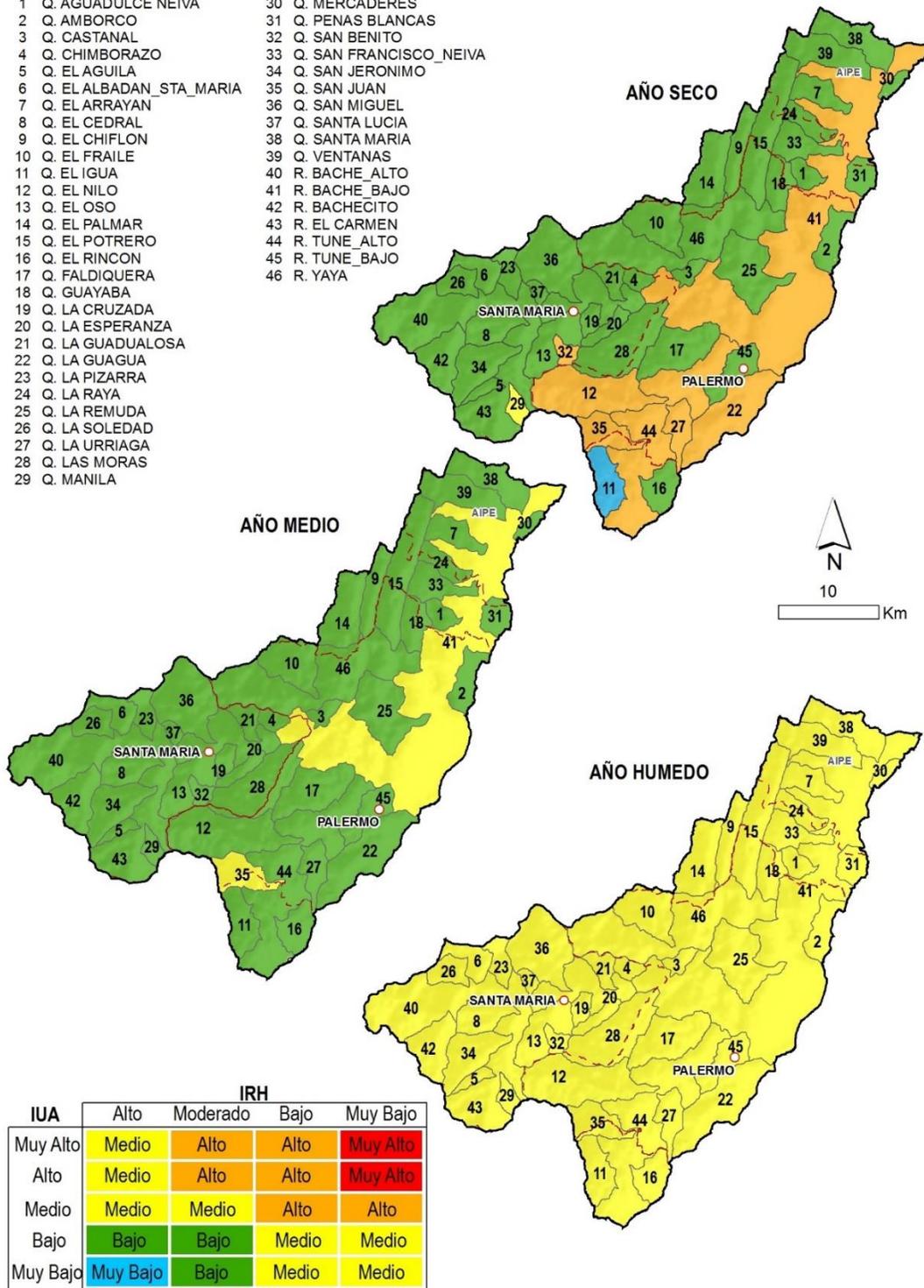


Figura 87. Mapas del IVH de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



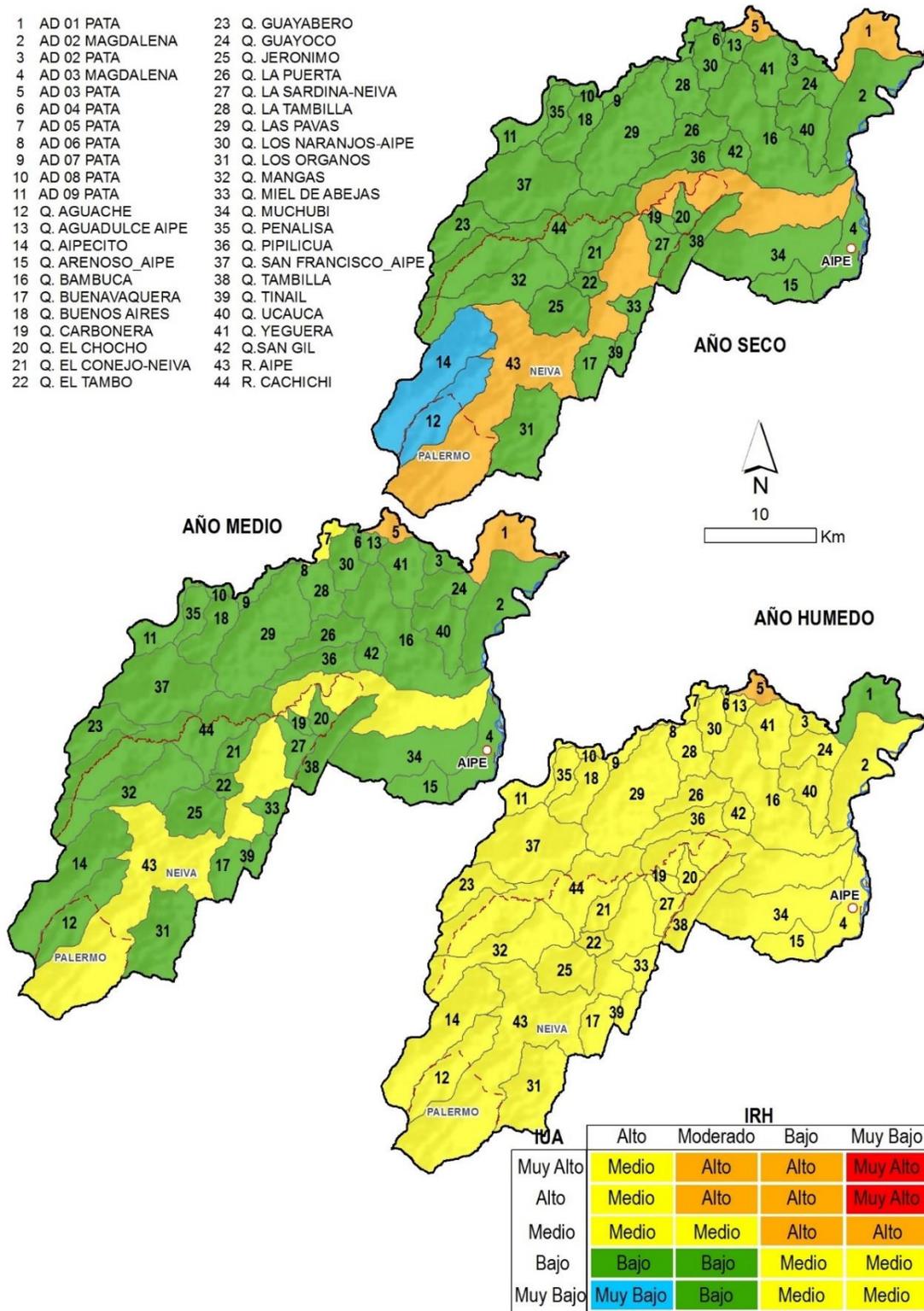
**Figura 88.** Mapas del IVH de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Q. AGUADULCE NEIVA      | 30 Q. MERCADERES          |
| 2 Q. AMBORCO              | 31 Q. PENAS BLANCAS       |
| 3 Q. CASTANAL             | 32 Q. SAN BENITO          |
| 4 Q. CHIMBORAZO           | 33 Q. SAN FRANCISCO_NEIVA |
| 5 Q. EL AGUILA            | 34 Q. SAN JERONIMO        |
| 6 Q. EL ALBADAN_STA_MARIA | 35 Q. SAN JUAN            |
| 7 Q. EL ARRAYAN           | 36 Q. SAN MIGUEL          |
| 8 Q. EL CEDRAL            | 37 Q. SANTA LUCIA         |
| 9 Q. EL CHIFLON           | 38 Q. SANTA MARIA         |
| 10 Q. EL FRAILE           | 39 Q. VENTANAS            |
| 11 Q. EL IGUA             | 40 R. BACHE_ALTO          |
| 12 Q. EL NILO             | 41 R. BACHE_BAJO          |
| 13 Q. EL OSO              | 42 R. BACHECITO           |
| 14 Q. EL PALMAR           | 43 R. EL CARMEN           |
| 15 Q. EL POTRERO          | 44 R. TUNE_ALTO           |
| 16 Q. EL RINCON           | 45 R. TUNE_BAJO           |
| 17 Q. FALDIQUERA          | 46 R. YAYA                |
| 18 Q. GUAYABA             |                           |
| 19 Q. LA CRUZADA          |                           |
| 20 Q. LA ESPERANZA        |                           |
| 21 Q. LA GUADUALOSA       |                           |
| 22 Q. LA GUAGUA           |                           |
| 23 Q. LA PIZARRA          |                           |
| 24 Q. LA RAYA             |                           |
| 25 Q. LA REMUDA           |                           |
| 26 Q. LA SOLEDAD          |                           |
| 27 Q. LA URRIAGA          |                           |
| 28 Q. LAS MORAS           |                           |
| 29 Q. MANILA              |                           |

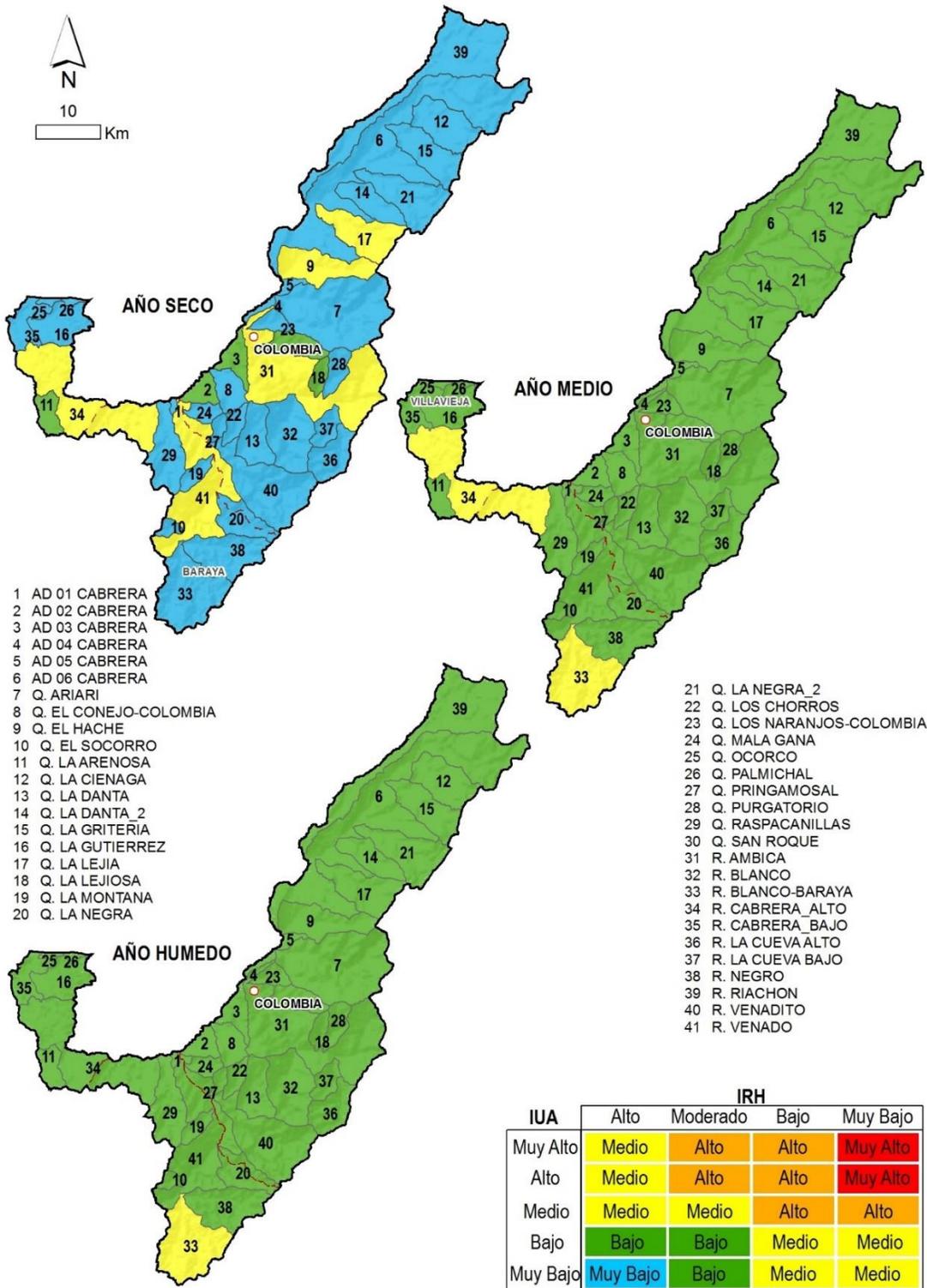


**Figura 89.** Mapas del IVH de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |



**Figura 90.** Mapas del IVH de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 91.** Mapas del IVH de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 5.3.1. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET)

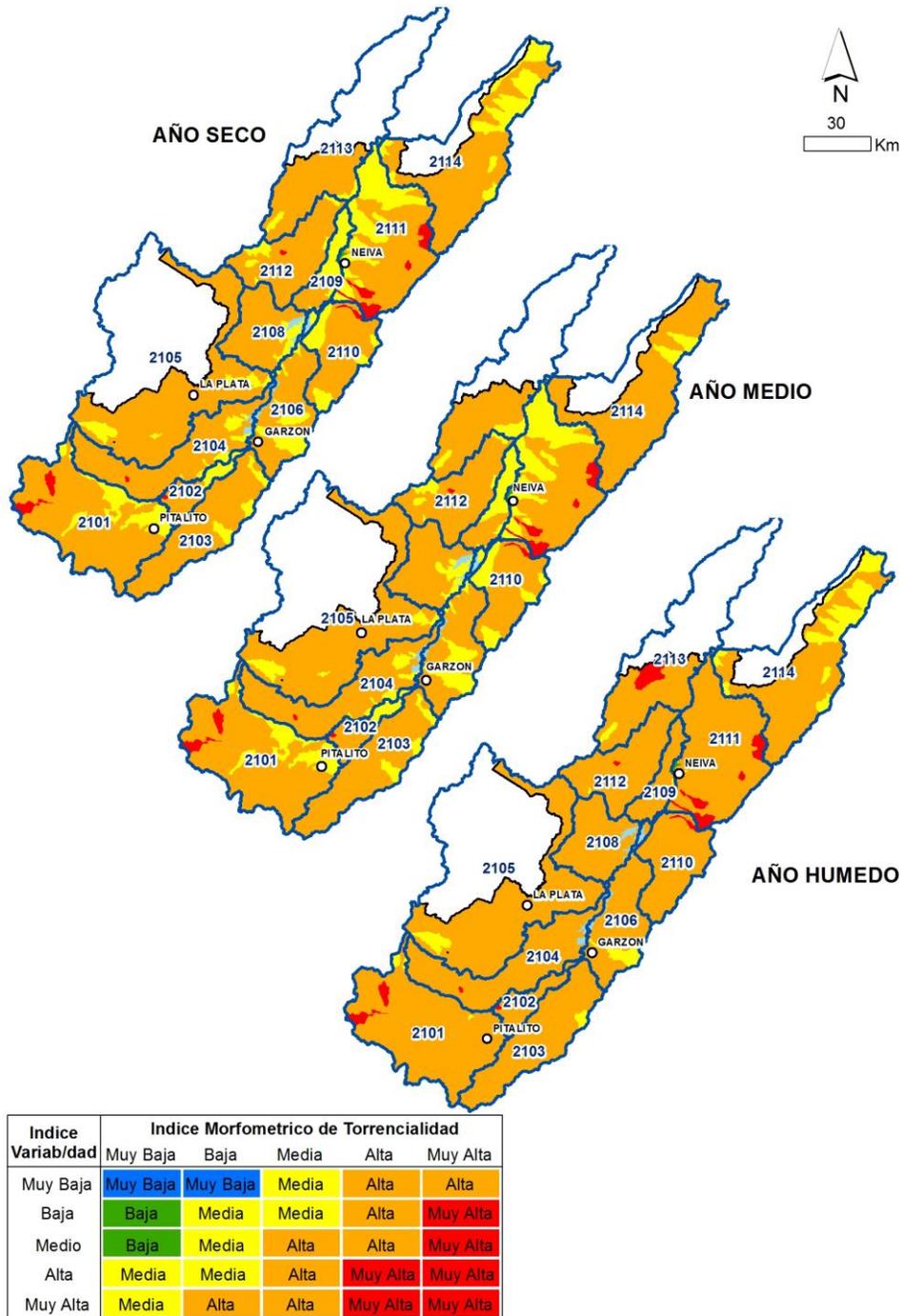


Figura 92. Mapa regional del IVET para los años hidrológicos medio, seco y húmedo.

Se observa en la Figura 92 que el 90% de las subcuencas hidrográficas del departamento del Huila presenta un IVET calificado como Alto, el cual está asociado, principalmente, a los valores del índice morfométrico y a la frecuencia de eventos torrenciales que favorecen el deslizamiento de tierra y la formación de avalanchas. Lo anterior se relaciona, a su vez, con la topografía, las formas de las subcuencas y las altas pendientes que presenta el territorio. Cabe resaltar que pocas subcuencas presentan una calificación del IVET Medio, a continuación, se presenta un análisis por subzonas hidrográficas.

### **2101 - Alto Magdalena, 2102 - Río Timaná y otros directos al Magdalena, 2103 - Río Suaza, 2104 - Ríos Directos al Magdalena (mi) y 2105 - Río Páez**

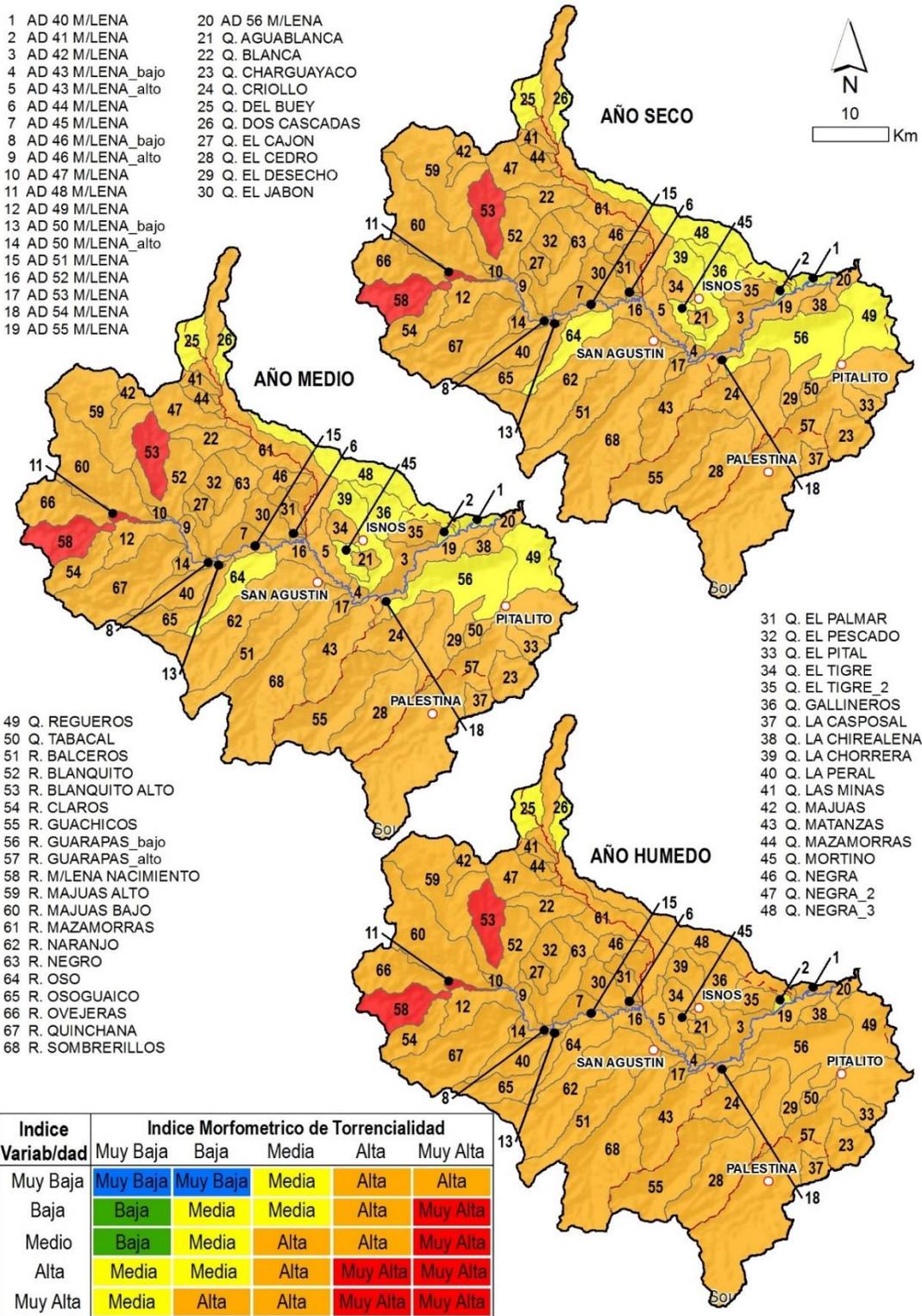
Las Subzonas hidrográficas 2101 a 2105 presentan un comportamiento relativamente similar que evidencia una condición crítica y desfavorable tanto para el año hidrológico medio como el año hidrológico seco, debido al grado de torrencialidad que presenta el 86% del área de las Subzonas, el cual contribuye a que el IVET se clasifique como Medio. Respecto al año hidrológico húmedo el 90% de las Subcuencas presentan Alta vulnerabilidad a los eventos torrenciales, el 10% restante exhibe una valoración del IVET clasificada como Media. Por otro lado, dentro de estas subzonas existen algunas subcuencas que alcanzan un IVET con categoría Muy Alto: Río Blanquito Alto, Río Magdalena Nacimiento, Q. AD 48 Magdalena; Q. AD57 Magdalena, Q. Piedras Negras (*Ver Figura 93 a Figura 97*).

### **2106 - Ríos directos Magdalena (md)**

Las Subzona presenta un comportamiento comparable tanto para año hidrológico medio como año hidrológico seco, debido a que 12 subcuencas presentan un IVH calificado como Medio, mientras que las demás subcuencas muestran una vulnerabilidad Alta. Para el año hidrológico húmedo solamente la Subcuenca: Q. Majo, mantiene su condición de vulnerabilidad Media, el resto de la Subzona evidencia una vulnerabilidad Alta, correspondiendo así al escenario crítico (*Ver Figura 98*).

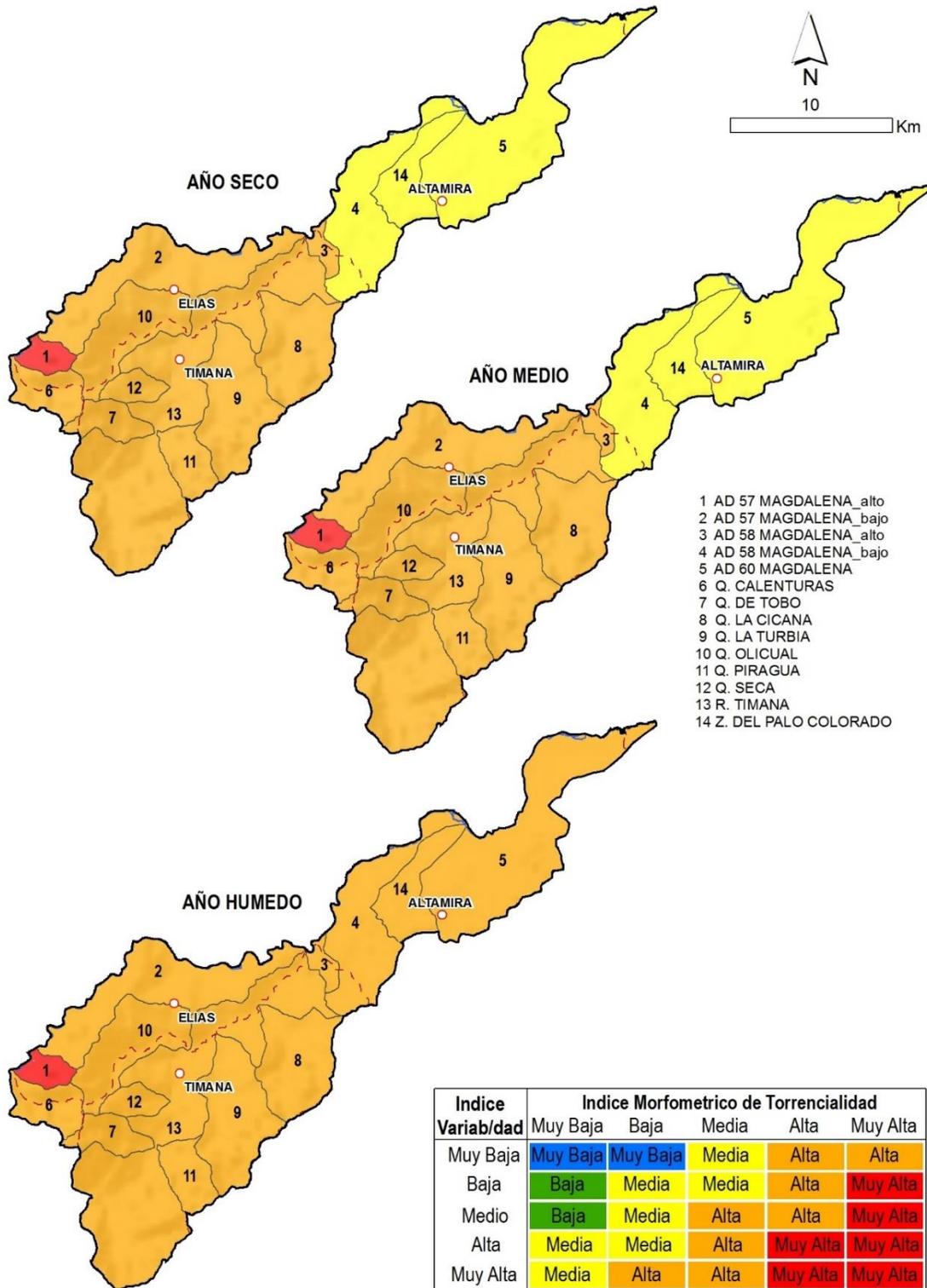
- 1 AD 40 M/LENA
- 2 AD 41 M/LENA
- 3 AD 42 M/LENA
- 4 AD 43 M/LENA\_bajo
- 5 AD 43 M/LENA\_alto
- 6 AD 44 M/LENA
- 7 AD 45 M/LENA
- 8 AD 46 M/LENA\_bajo
- 9 AD 46 M/LENA\_alto
- 10 AD 47 M/LENA
- 11 AD 48 M/LENA
- 12 AD 49 M/LENA
- 13 AD 50 M/LENA\_bajo
- 14 AD 50 M/LENA\_alto
- 15 AD 51 M/LENA
- 16 AD 52 M/LENA
- 17 AD 53 M/LENA
- 18 AD 54 M/LENA
- 19 AD 55 M/LENA

- 20 AD 56 M/LENA
- 21 Q. AGUABLANCA
- 22 Q. BLANCA
- 23 Q. CHARGUAYACO
- 24 Q. CRIOLLO
- 25 Q. DEL BUEY
- 26 Q. DOS CASCADAS
- 27 Q. EL CAJON
- 28 Q. EL CEDRO
- 29 Q. EL DESECHO
- 30 Q. EL JABON

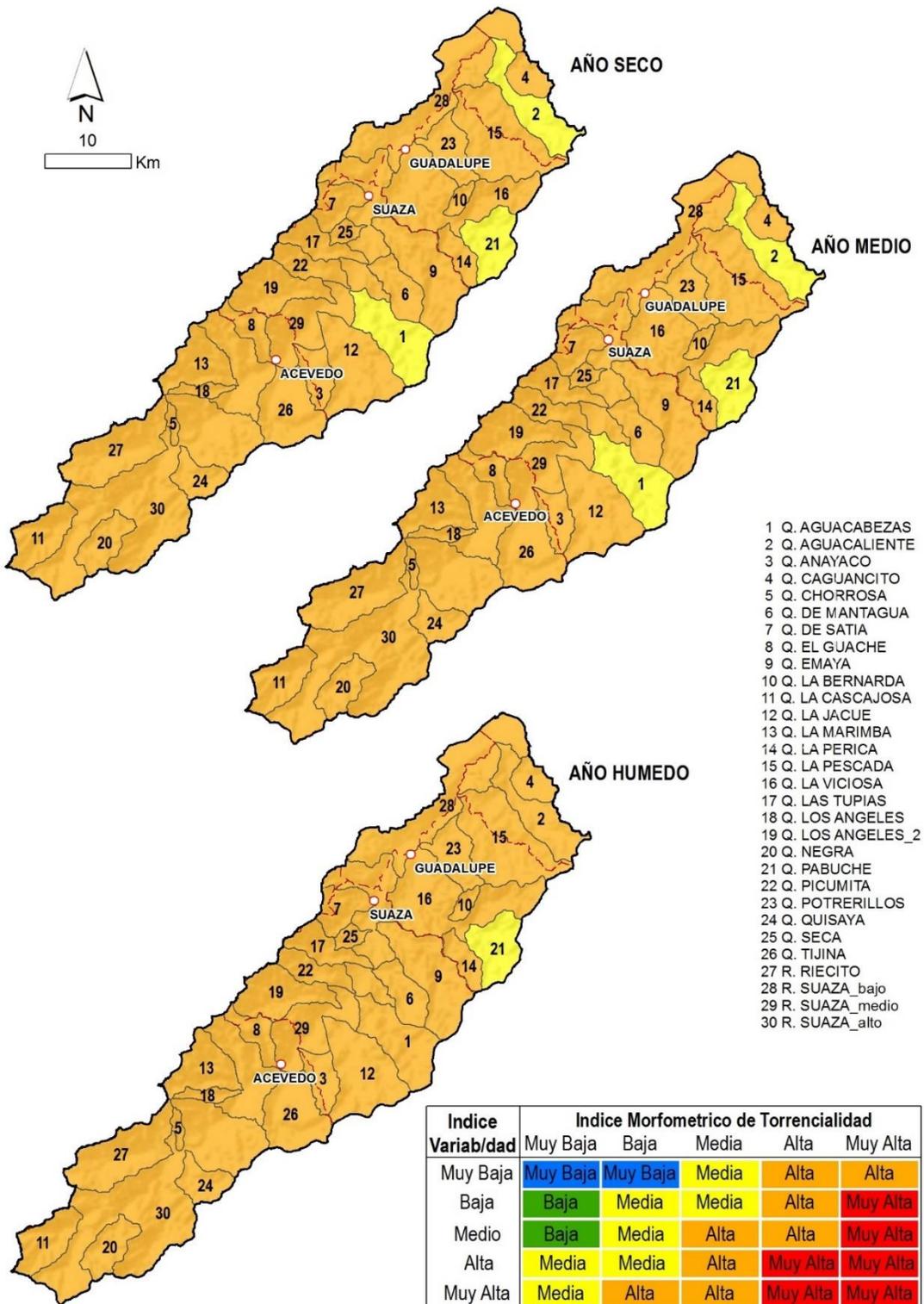


Indice Variab/dad	Indice Morfometrico de Torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Medio	Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

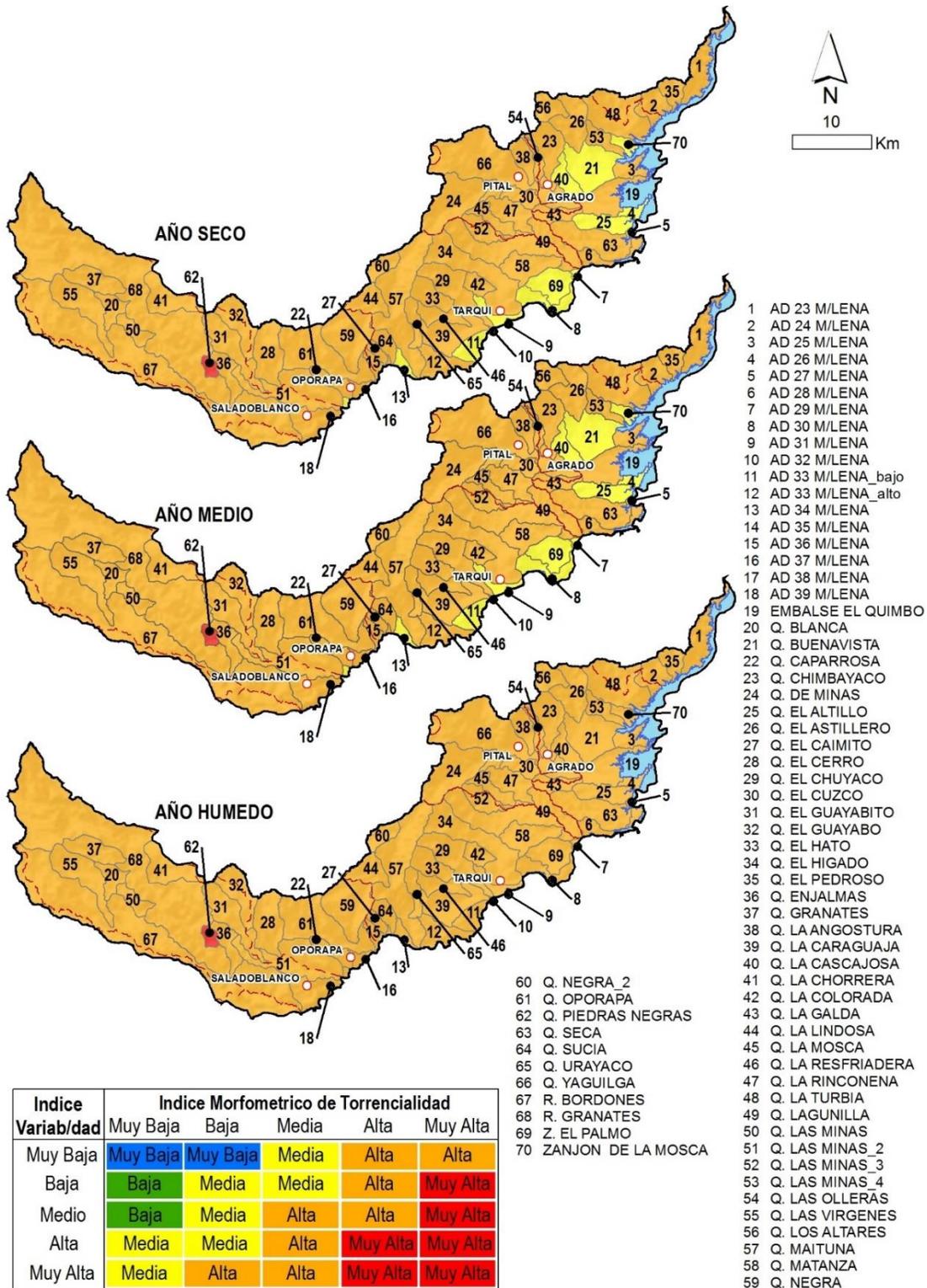
**Figura 93.** Mapas del IVET de la Subzona 2101 Alto Magdalena, para los escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 94.** Mapas de IVET de la subzona 2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

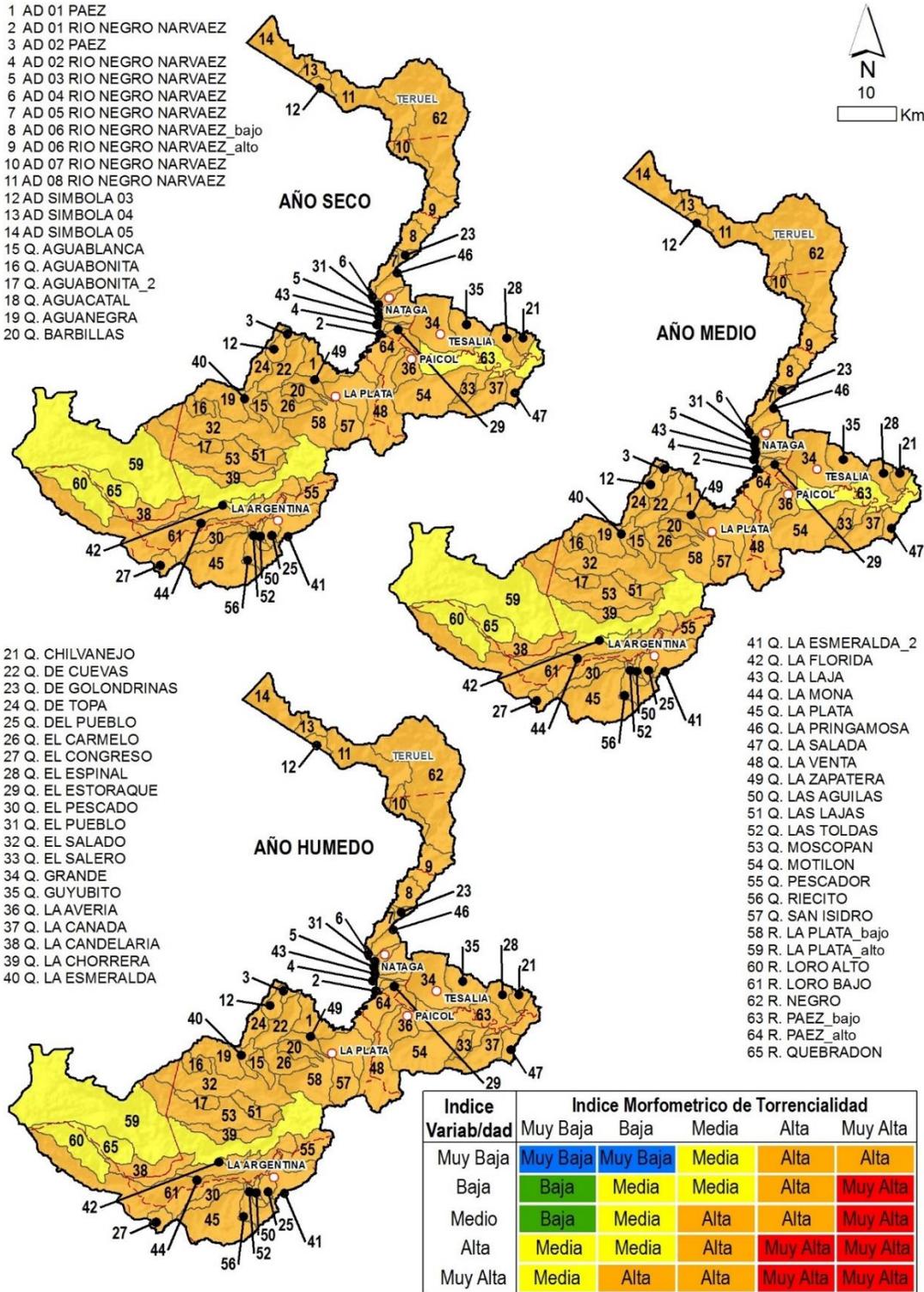


**Figura 95.** Mapas de IVET de la Subzona 2103 Río Suaza, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

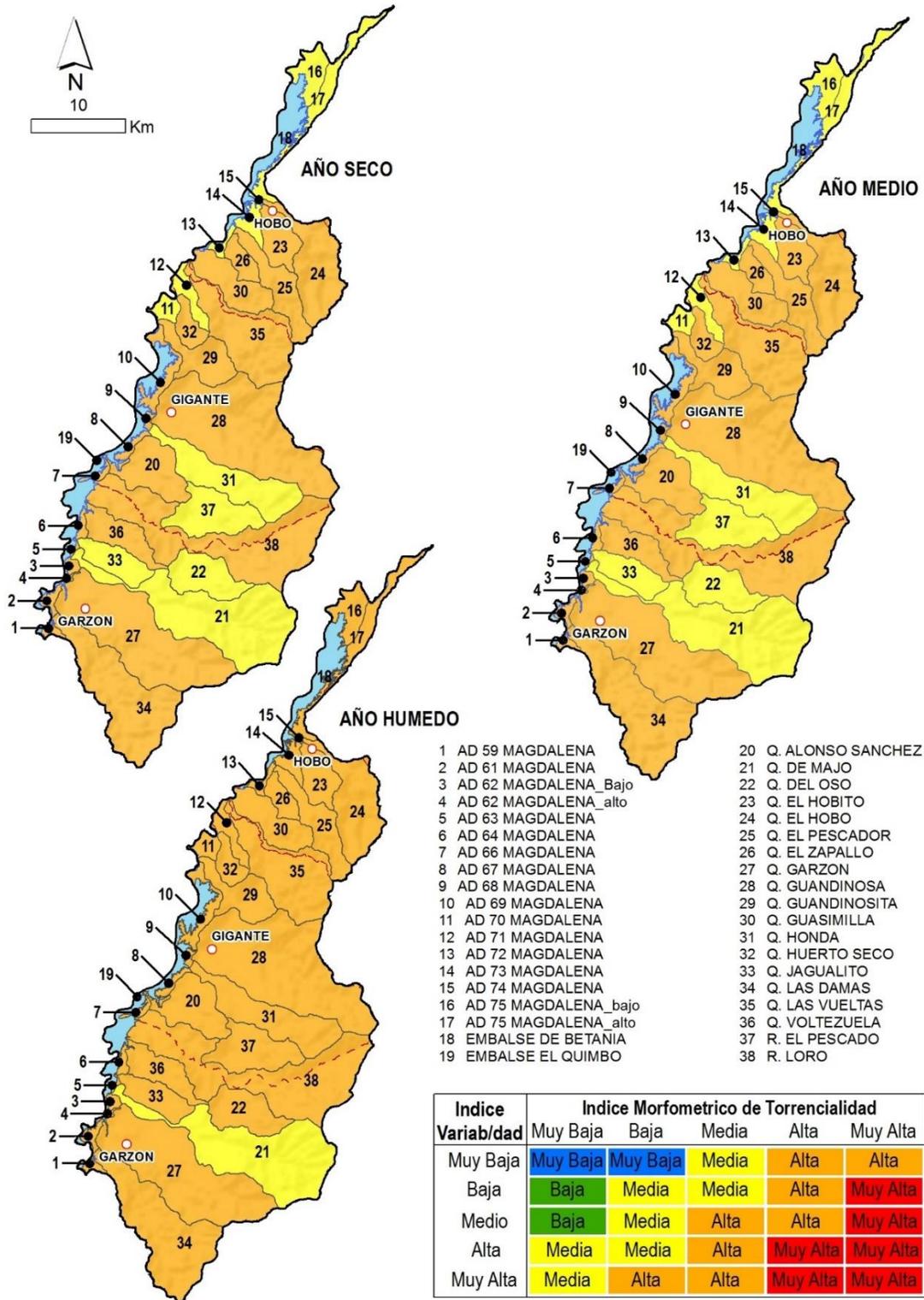


**Figura 96.** Mapas del IVET de la Subzona 2104-Ríos Directos al Magdalena (mi), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo

- 1 AD 01 PAEZ
- 2 AD 01 RIO NEGRO NARVAEZ
- 3 AD 02 PAEZ
- 4 AD 02 RIO NEGRO NARVAEZ
- 5 AD 03 RIO NEGRO NARVAEZ
- 6 AD 04 RIO NEGRO NARVAEZ
- 7 AD 05 RIO NEGRO NARVAEZ
- 8 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_bajo
- 9 AD 06 RIO NEGRO NARVAEZ\_alto
- 10 AD 07 RIO NEGRO NARVAEZ
- 11 AD 08 RIO NEGRO NARVAEZ
- 12 AD SIMBOLA 03
- 13 AD SIMBOLA 04
- 14 AD SIMBOLA 05
- 15 Q. AGUABLANCA
- 16 Q. AGUABONITA
- 17 Q. AGUABONITA\_2
- 18 Q. AGUACATAL
- 19 Q. AGUANEGRA
- 20 Q. BARBILLAS



**Figura 97.** Mapas del IVET de la Subzona 2105 Río Páez, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 98.** Mapas del IVET de la Subzona 2106-Ríos directos Magdalena (md), para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 2108 - Río Yaguará

La subzona presenta tanto para el año hidrológico medio como año hidrológico seco, nueve subcuencas con un IVET categorizado Medio; el resto de la Subzona evidencia alta vulnerabilidad a eventos torrenciales. Referente al año hidrológico húmedo, se considera el escenario crítico en el que el riesgo asociado al IVET es alto y la variabilidad en los caudales es mayor (Ver Figura 99).

### 2109 - Juncal y otros Ríos directos al Magdalena

Respecto a esta subzona, para año hidrológico medio y año hidrológico seco, cinco subcuencas: Q. AD 12, Q. El Pinal, Q. La Boba, Q. La Sardinata y Q. Papagayo, presentan una calificación del IVH categorizada como Alta; Las demás subcuencas evidencian una vulnerabilidad a eventos torrenciales Media. Para año hidrológico húmedo el IVET presenta una valoración que se clasifica como Alta. (Ver Figura 100).

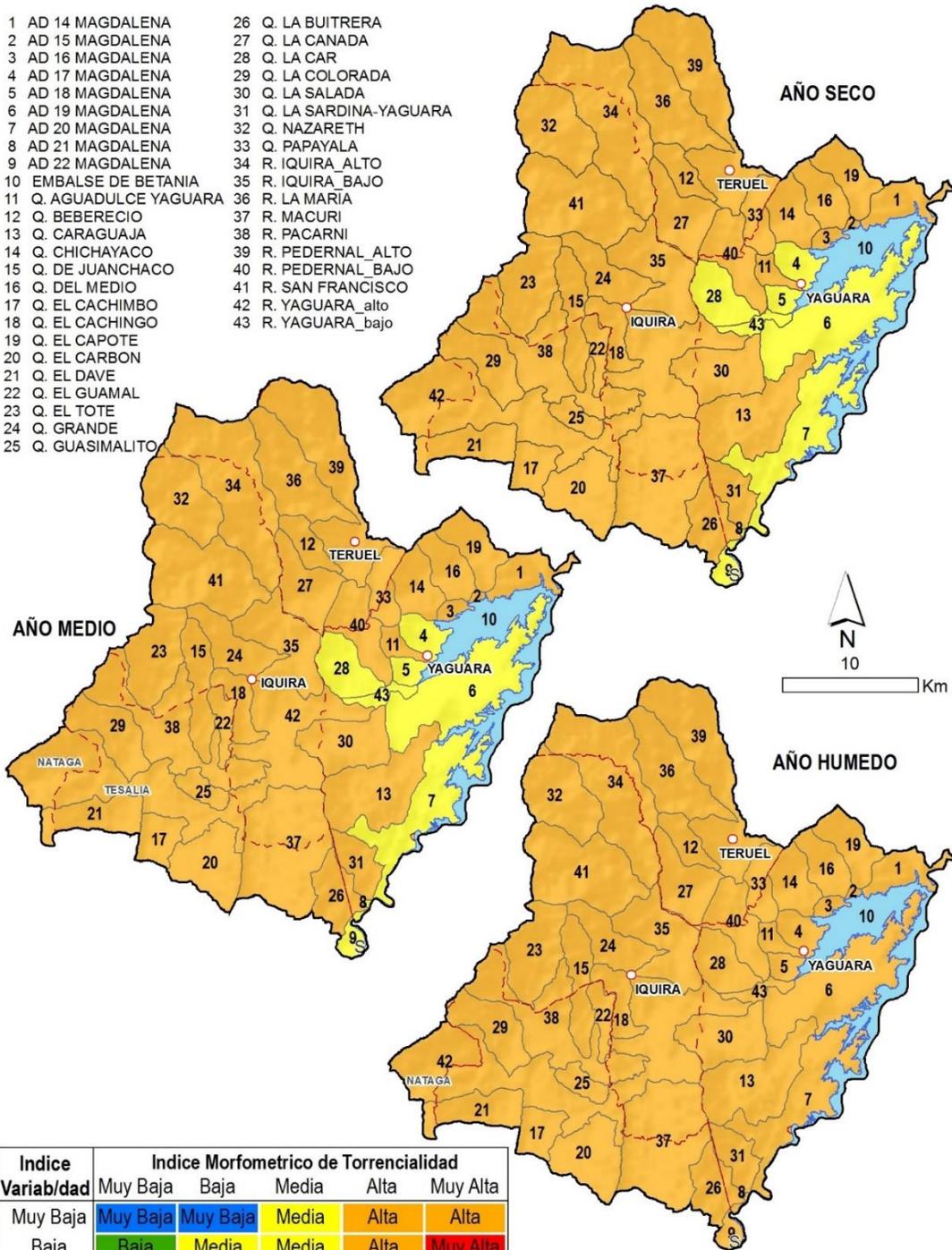
### 2110 - Río Neiva

Para el año hidrológico medio y año hidrológico seco, cuatro subcuencas: Q. El Quebradón Norte, Q. Lejía, Q. La Ciénaga y Río Blanco, presentan un IVET Medio; Las demás subcuencas exhiben una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales. Por otro lado, el año hidrológico húmedo se considera el escenario crítico asociado a la alta probabilidad de inundaciones, avalanchas, problemas de remoción en masa y grandes avenidas torrenciales; en este contexto la Subcuenca Q. La Rivera presenta una vulnerabilidad a eventos torrenciales muy alta debido al valor del índice morfométrico (Ver Figura 101).

### 2111 - Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena

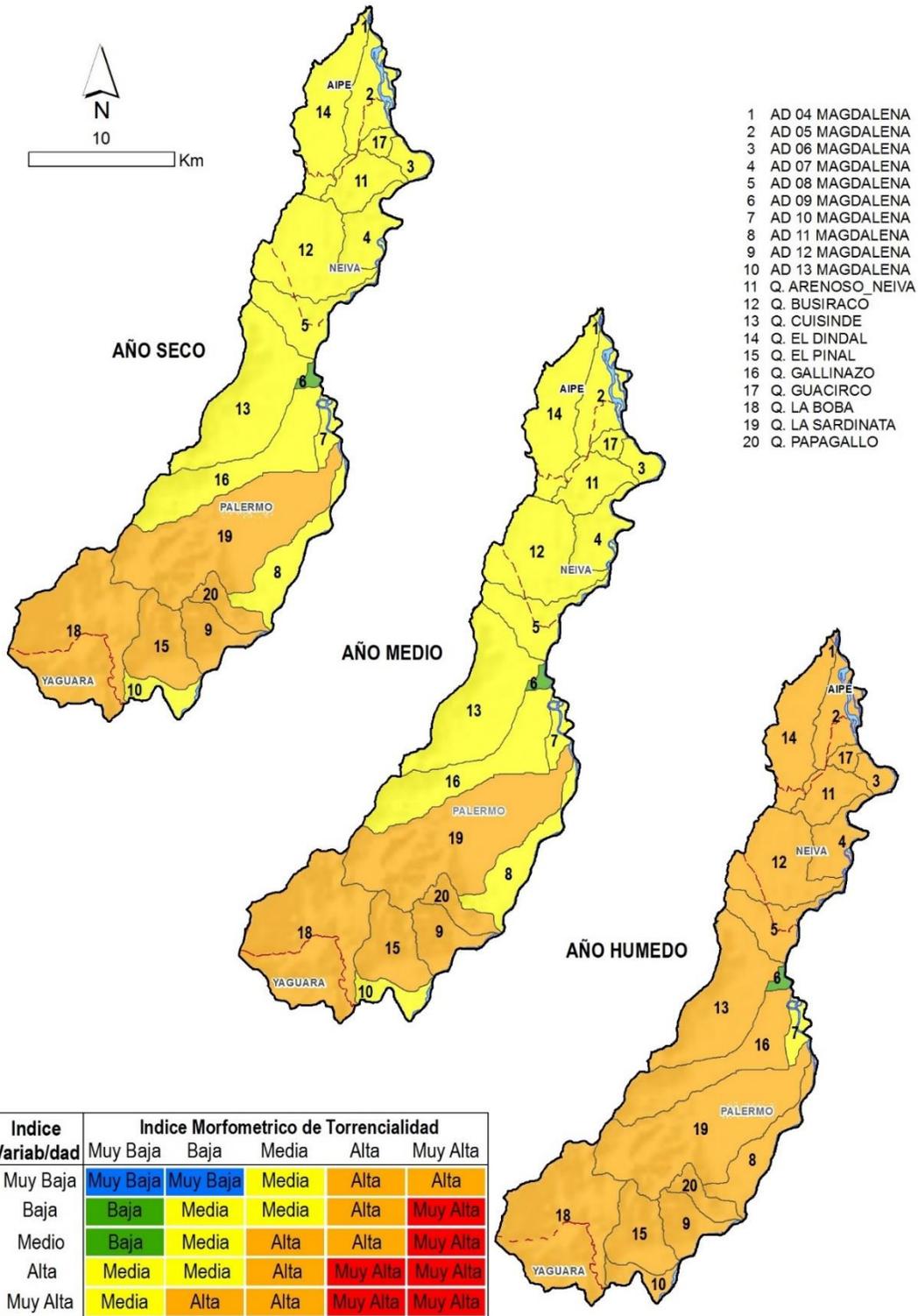
La mayoría de las subcuencas hidrográficas de esta subzona presentan un comportamiento relativamente similar tanto para el año hidrológico medio como el año hidrológico seco, seis subcuencas: Q. Ahuyamales, Q. las juntas, Q. la Urraca, Q. La Medina, Río Frío Rivera y Río Negro, presentan un IVET categorizado como Muy Alto; 28 Subcuencas evidencian un IVET Medio, mientras las demás evidencian una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales. Por otro lado, la situación para el año hidrológico húmedo es crítica debido al alto riesgo de que se presenten inundaciones, avalanchas, problemas de remoción en masa y grandes avenidas torrenciales (Ver Figura 102).

- 1 AD 14 MAGDALENA
- 2 AD 15 MAGDALENA
- 3 AD 16 MAGDALENA
- 4 AD 17 MAGDALENA
- 5 AD 18 MAGDALENA
- 6 AD 19 MAGDALENA
- 7 AD 20 MAGDALENA
- 8 AD 21 MAGDALENA
- 9 AD 22 MAGDALENA
- 10 EMBALSE DE BETANIA
- 11 Q. AGUADULCE YAGUARA
- 12 Q. BEBERECIO
- 13 Q. CARAGUAJA
- 14 Q. CHICHAYACO
- 15 Q. DE JUANCHACO
- 16 Q. DEL MEDIO
- 17 Q. EL CACHIMBO
- 18 Q. EL CACHINGO
- 19 Q. EL CAPOTE
- 20 Q. EL CARBON
- 21 Q. EL DAVE
- 22 Q. EL GUAMAL
- 23 Q. EL TOTE
- 24 Q. GRANDE
- 25 Q. GUASIMALITO
- 26 Q. LA BUITRERA
- 27 Q. LA CANADA
- 28 Q. LA CAR
- 29 Q. LA COLORADA
- 30 Q. LA SALADA
- 31 Q. LA SARDINA-YAGUARA
- 32 Q. NAZARETH
- 33 Q. PAPAYALA
- 34 R. IQUIRA\_ALTO
- 35 R. IQUIRA\_BAJO
- 36 R. LA MARÍA
- 37 R. MACURI
- 38 R. PACARNI
- 39 R. PEDERNAL\_ALTO
- 40 R. PEDERNAL\_BAJO
- 41 R. SAN FRANCISCO
- 42 R. YAGUARA\_alto
- 43 R. YAGUARA\_bajo

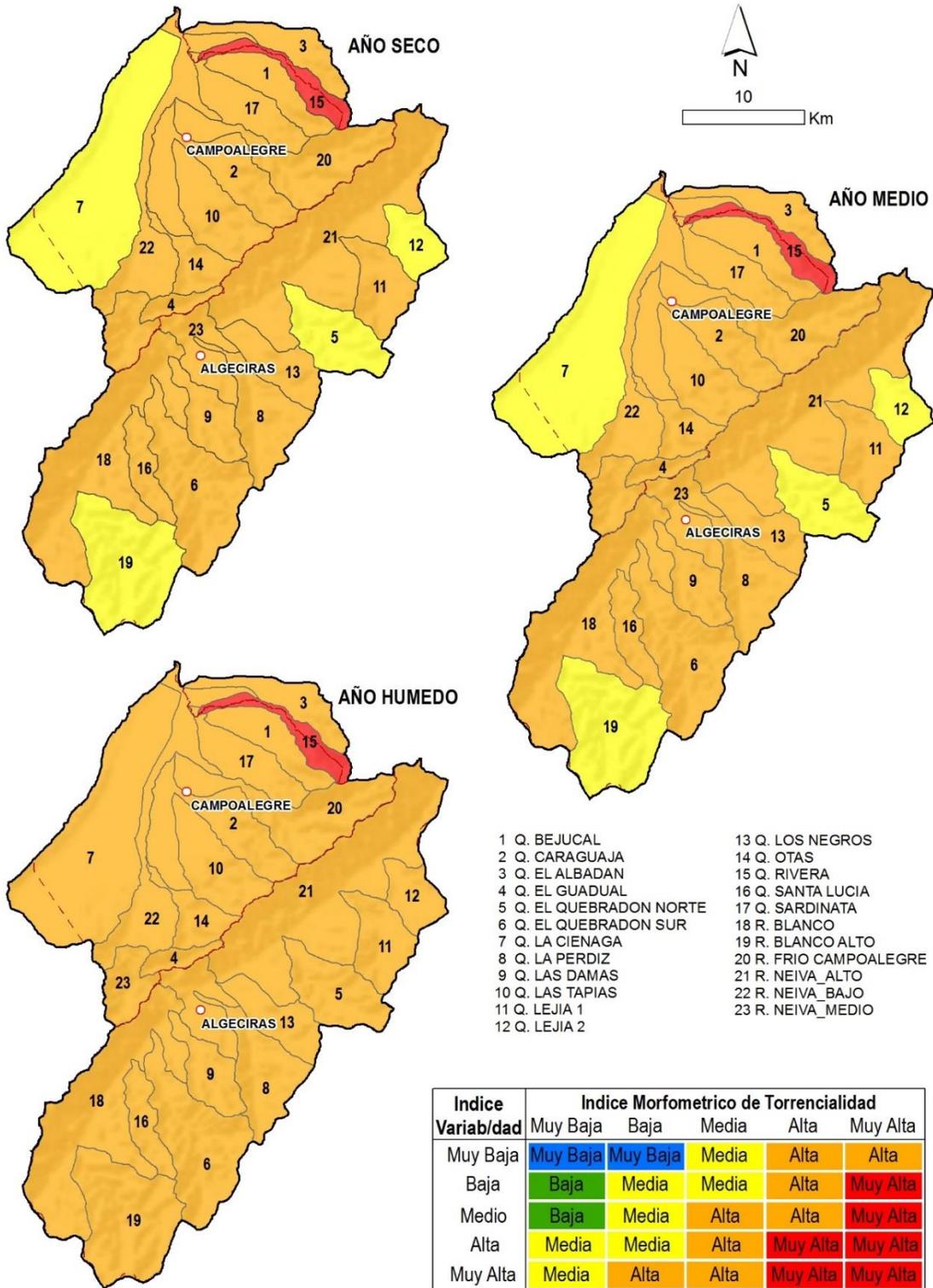


Indice Variab/dad	Indice Morfometrico de Torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Medio	Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

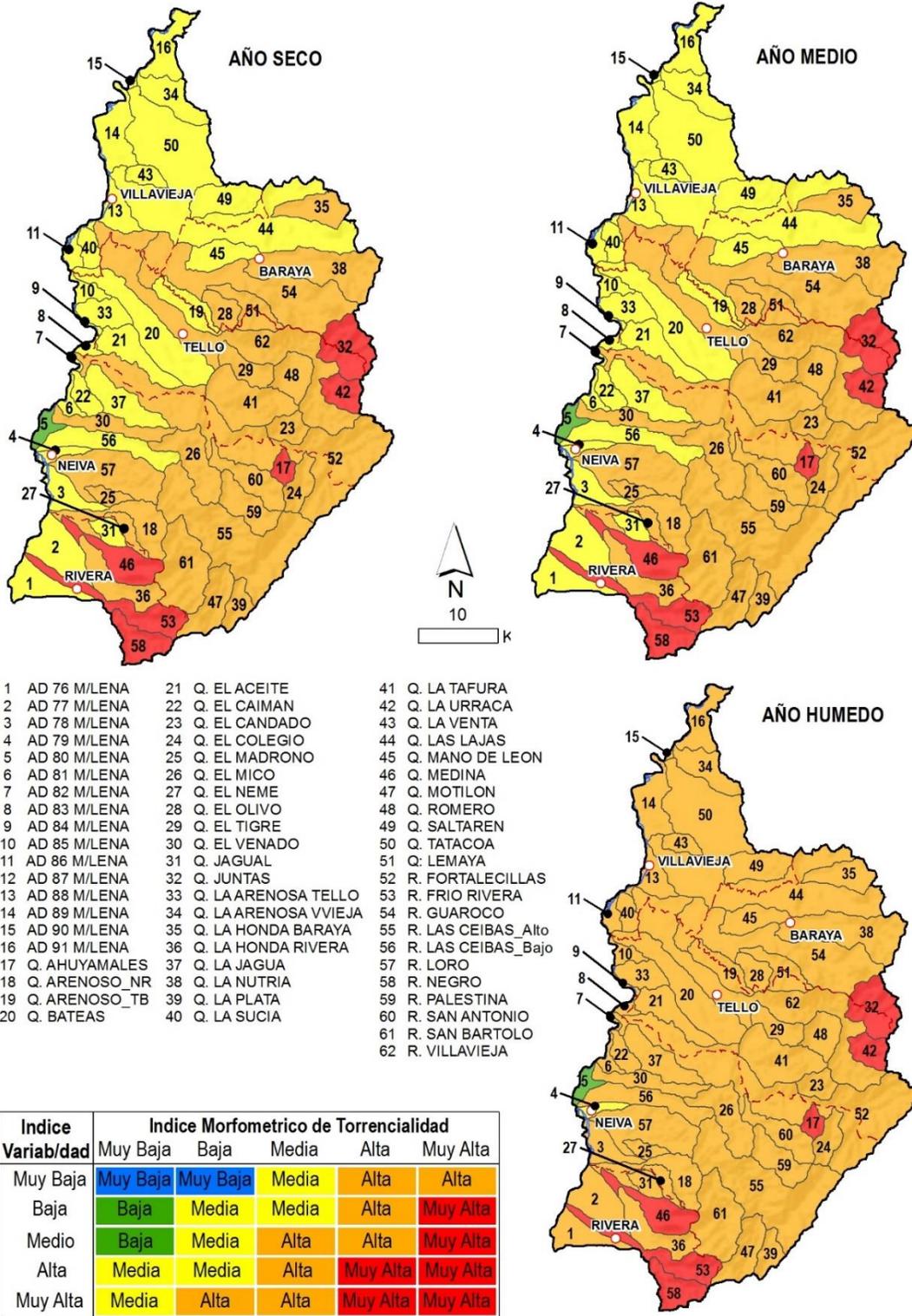
**Figura 99.** Mapas del IVET de la subzona 2108-Río Yaguará, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 100.** Mapas del IVET de la subzona 2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 101.** Mapas del IVET de la subzona 2110-Río Neiva, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.



**Figura 102.** Mapas del IVET de la subzona 2111-Río Fortalecillas y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

### 2112 - Río Bache

Tanto para el año hidrológico medio como el año hidrológico seco, siete subcuencas: Q. Amorco, Q. El Albadán, Q. el Cedral, Q. La Pizarra, Q. Manila, Q. San Miguel y Q. Santa María presentan un IVH Medio; el resto de la subzona presenta alta vulnerabilidad a eventos torrenciales. Concerniente al año hidrológico húmedo, la subzona se relaciona con un IVET Alto. Cabe resaltar, que la Subcuenca Q. Chimborazo, para los tres escenarios posibles, evidencia una vulnerabilidad muy alta (*Ver Figura 103*).

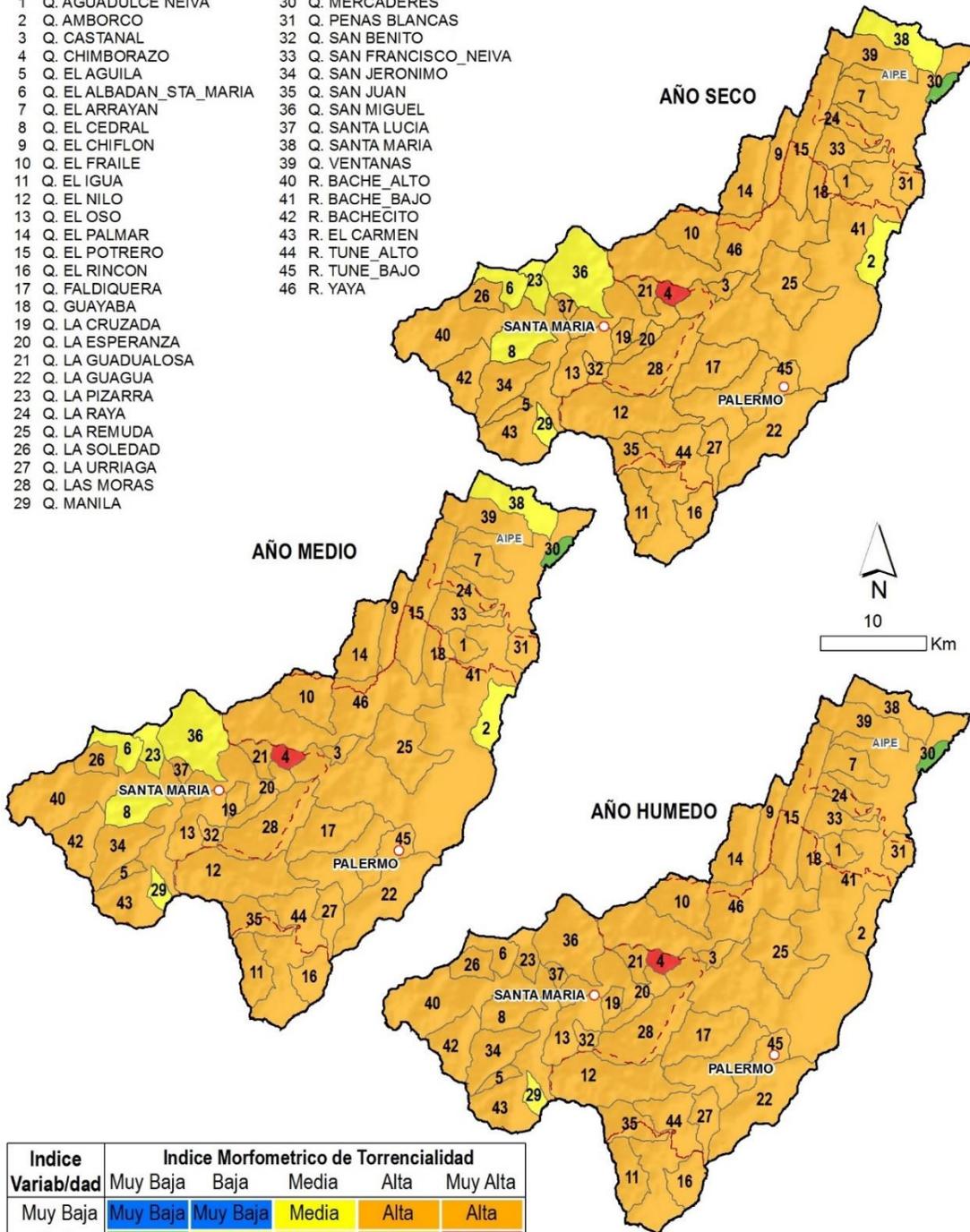
### 2113 - Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena

Respecto a esta subzona, los resultados de la estimación del IVET evidencian que cuatro subcuencas en el año hidrológico medio y tres subcuencas el año hidrológico seco, presentan una valoración del IVET clasificada como Media; mientras que el resto de la Subzona se relaciona con una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales. Por otro lado, en el año hidrológico húmedo diez subcuencas presentan un IVET con la categoría Muy Alta (*Ver Figura 104*).

### 2114 - Río Cabrera

La tendencia del IVET es comparable tanto para el año hidrológico seco como el año hidrológico húmedo; once subcuencas presentan una vulnerabilidad a eventos torrenciales Media; mientras que las demás subcuencas presentan Alta vulnerabilidad. De acuerdo a los resultados el año hidrológico húmedo es el escenario crítico, que se asocia a un alto riesgo de torrencialidad y a una mayor variabilidad en los caudales (*Ver Figura 105*).

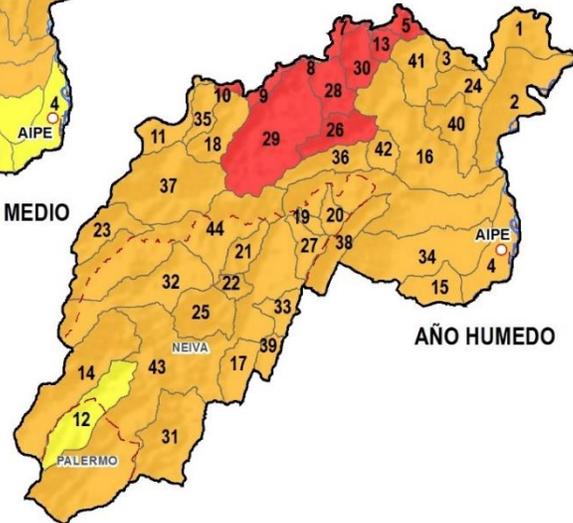
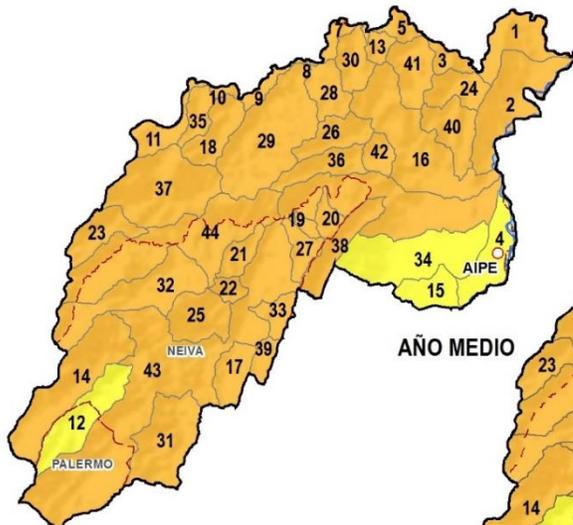
- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Q. AGUADULCE NEIVA      | 30 Q. MERCADERES          |
| 2 Q. AMBORCO              | 31 Q. PENAS BLANCAS       |
| 3 Q. CASTANAL             | 32 Q. SAN BENITO          |
| 4 Q. CHIMBORAZO           | 33 Q. SAN FRANCISCO_NEIVA |
| 5 Q. EL AGUILA            | 34 Q. SAN JERONIMO        |
| 6 Q. EL ALBADAN_STA_MARIA | 35 Q. SAN JUAN            |
| 7 Q. EL ARRAYAN           | 36 Q. SAN MIGUEL          |
| 8 Q. EL CEDRAL            | 37 Q. SANTA LUCIA         |
| 9 Q. EL CHIFLON           | 38 Q. SANTA MARIA         |
| 10 Q. EL FRAILE           | 39 Q. VENTANAS            |
| 11 Q. EL IGUA             | 40 R. BACHE_ALTO          |
| 12 Q. EL NILO             | 41 R. BACHE_BAJO          |
| 13 Q. EL OSO              | 42 R. BACHECITO           |
| 14 Q. EL PALMAR           | 43 R. EL CARMEN           |
| 15 Q. EL POTRERO          | 44 R. TUNE_ALTO           |
| 16 Q. EL RINCON           | 45 R. TUNE_BAJO           |
| 17 Q. FALDIQUERA          | 46 R. YAYA                |
| 18 Q. GUAYABA             |                           |
| 19 Q. LA CRUZADA          |                           |
| 20 Q. LA ESPERANZA        |                           |
| 21 Q. LA GUADUALOSA       |                           |
| 22 Q. LA GUAGUA           |                           |
| 23 Q. LA PIZARRA          |                           |
| 24 Q. LA RAYA             |                           |
| 25 Q. LA REMUDA           |                           |
| 26 Q. LA SOLEDAD          |                           |
| 27 Q. LA URRIAGA          |                           |
| 28 Q. LAS MORAS           |                           |
| 29 Q. MANILA              |                           |



Indice Variabilidad	Indice Morfometrico de Torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Medio	Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

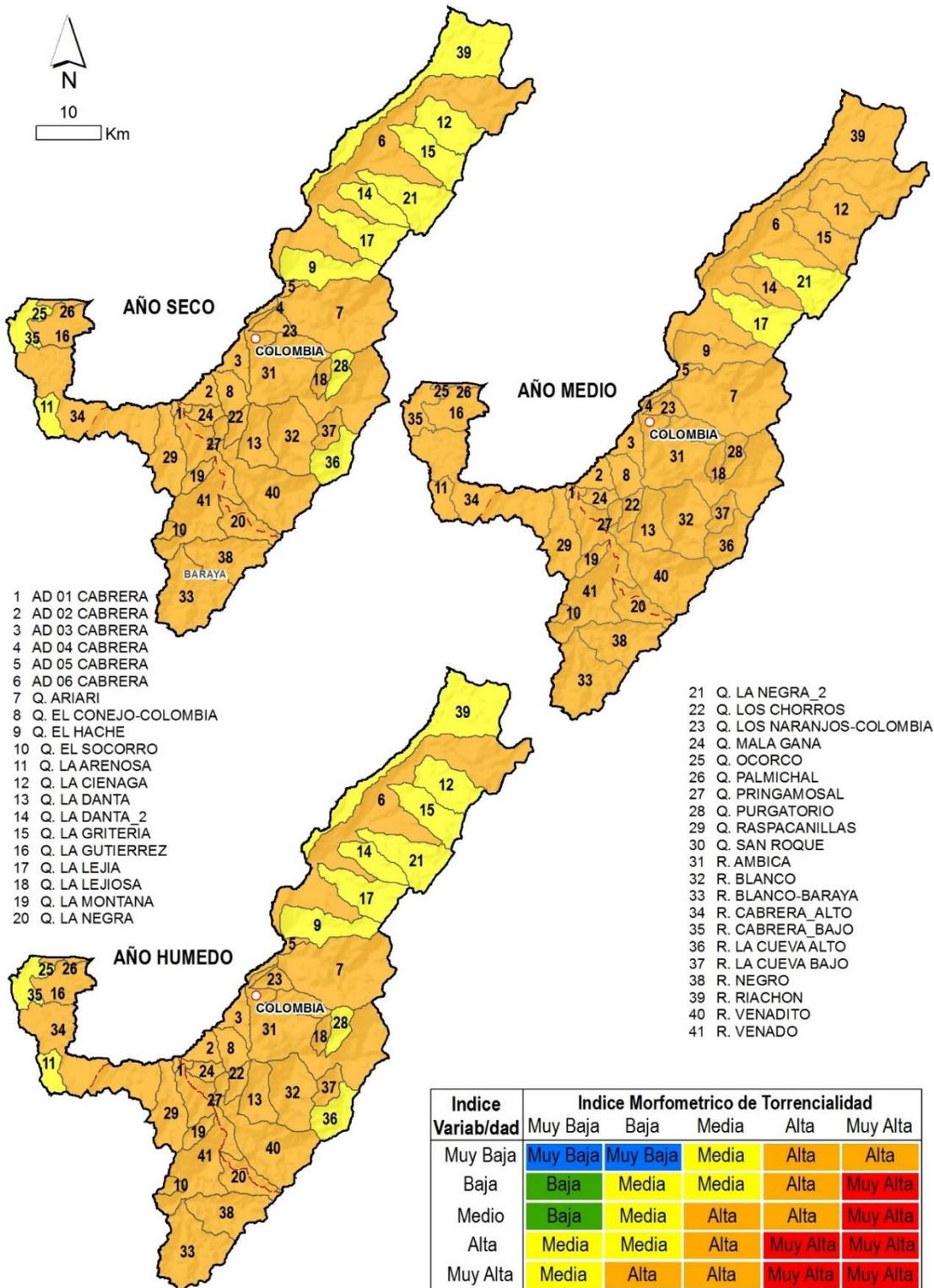
**Figura 103.** Mapas del IVET de la subzona 2112-Río Bache, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 AD 01 PATA          | 23 Q. GUAYABERO          |
| 2 AD 02 MAGDALENA     | 24 Q. GUAYOCO            |
| 3 AD 02 PATA          | 25 Q. JERONIMO           |
| 4 AD 03 MAGDALENA     | 26 Q. LA PUERTA          |
| 5 AD 03 PATA          | 27 Q. LA SARDINA-NEIVA   |
| 6 AD 04 PATA          | 28 Q. LA TAMBILLA        |
| 7 AD 05 PATA          | 29 Q. LAS PAVAS          |
| 8 AD 06 PATA          | 30 Q. LOS NARANJOS-AIPE  |
| 9 AD 07 PATA          | 31 Q. LOS ORGANOS        |
| 10 AD 08 PATA         | 32 Q. MANGAS             |
| 11 AD 09 PATA         | 33 Q. MIEL DE ABEJAS     |
| 12 Q. AGUACHE         | 34 Q. MUCHUBI            |
| 13 Q. AGUADULCE AIPE  | 35 Q. PENALISA           |
| 14 Q. AIPECITO        | 36 Q. PIPILICUA          |
| 15 Q. ARENOSO_AIPE    | 37 Q. SAN FRANCISCO_AIPE |
| 16 Q. BAMBUCA         | 38 Q. TAMBILLA           |
| 17 Q. BUENAVAQUERA    | 39 Q. TINAIL             |
| 18 Q. BUENOS AIRES    | 40 Q. UCAUCA             |
| 19 Q. CARBONERA       | 41 Q. YEGUERA            |
| 20 Q. EL CHOCHO       | 42 Q. SAN GIL            |
| 21 Q. EL CONEJO-NEIVA | 43 R. AIPE               |
| 22 Q. EL TAMBO        | 44 R. CACHICHI           |



Indice Variabilidad	Indice Morfometrico de Torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Medio	Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

**Figura 104.** Mapas del IVET de la subzona 2113-Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo



**Figura 105.** Mapas del IVET de la subzona 2114-Río Cabrera, para escenarios de año hidrológico seco, medio y húmedo.

## REFERENCIAS

- [1] Comité Departamental de Cafeteros del Huila. (2014). Estado de la caficultura del departamento del Huila por seccionales y municipios.
- [2] Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2014). Información sobre concesiones de agua en el departamento del Huila.
- [3] Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2005). Estudio de Zonificación de Microcuencas - Departamento del Huila.
- [4] Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2010). Cobertura vegetal del departamento del Huila.
- [5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2013). Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020.
- [6] FAO. (2006). Evapotranspiración del Cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia.
- [7] Global Water Partnership. (2000). Integrated Water Resources Management. TAC Background Papers Series, 4(4), 71.
- [8] Gobernación del Huila. (2014). Reseña geográfica del Huila y sus municipios. Neiva, Huila.
- [9] Gobernación del Huila. (2013). Evaluación Agropecuaria del Huila.
- [10] Gobernación del Huila, & Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2014). Plan de cambio climático Huila 2050: Preparándose para el cambio climático. Neiva, Huila.
- [11] IDEAM. (2013). Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua - ERA. Bogotá, D.C. Colombia.
- [12] IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá, D.C. Colombia.
- [13] IDEAM. (2013). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Bogotá, D.C. Colombia: Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- [14] IDEAM. (2006). Macroinvertebrados acuáticos - Determinación taxonómica (Conteo), 15.

- [15] IDEAM. (2014). Información hidrometeorológica - Departamento del Huila (1970-2014).
- [16] IDEAM. (2014). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D.C. Colombia.
- [17] IGAC. (2015). Limite departamental y municipal del Huila.
- [18] IGAC. (2010). Cartografía base del departamento del Huila.
- [19] Martínez Santa-María, C., & Fernández Yuste, J. A. (2006). Régimen de caudales: definición del estatus hidrológico y valoración de la alteración, 1–17.
- [20] Presidencia de la República de Colombia. (2010). Decreto 3930 de 2010.
- [21] Presidencia de la República de Colombia. (2012). Decreto 1640 de 2012.
- [22] República de Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Decreto 1323 de 2007.
- [23] Roldán Pérez, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia - Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia.
- [24] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Rural. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C. Colombia.
- [25] Samboni, N. E., Reyes, A., & Carvajal, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. Ingeniería Y Competitividad, 60(2), 49–60.
- [26] Valladares, F., Vilagrosa, A., Peñuelas, J., Ogaya, R., Camarero, J., Corcuera, L., Gil-Pelegrín, E. (2004). Estrés hídrico : Ecofisiología y escalas de la sequía. In Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (pp. 163–190). Madrid.