



**AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LEÓN
SZH (1201) LOCALIZADA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA EN
JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL
URABÁ (CORPOURABA)**

**FASE DIAGNÓSTICO
COMPONENTE DE CARTOGRAFÍA Y SIG**

MARZO DE 2019



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	ESTRUCTURACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
2.1	Estructura y manejo preliminar de la información	4
2.1.1	Información base	4
2.1.2	Información temática	6
2.2	GENERACIÓN DE LA PLANTILLA.....	7
2.3	MAPA LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA CUENCA	10
3	METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE LOS PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS	11
3.1	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA	12
3.1.1	Clima	12
3.1.2	Geología.....	16
3.1.3	Geomorfología.....	17
3.1.4	Suelos	18
3.1.5	Hidrología	20
3.1.6	Biótico.....	22
3.2	ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.....	23
3.3	SÍNTESIS AMBIENTAL	24
3.4	GESTIÓN DE RIESGO.....	24
3.4.1	Análisis de eventos históricos.....	24
3.4.2	Movimientos en masa.....	25
3.4.3	Inundaciones	26
3.4.4	Avenidas Torrenciales	27
4	PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS.....	28
4.1	Formato entrega cartográfica.....	28
4.2	MAPAS Y SALIDAS CARTOGRÁFICAS	29
4.3	ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	32
5	BIBLIOGRAFÍA.....	40



LISTA DE TABLA

Tabla 1. Planchas 1:25.000 IGAC.....	5
Tabla 2. Registros aspectos de cartografía y SIG	6
Tabla 3. Estaciones climatológicas utilizadas para el estudio del POMCA Río León	12
Tabla 4. Información para generar el mapa de Ecosistemas estratégicos.....	23
Tabla 5. Mapas realizados en el POMCA del Río León	30
Tabla 6. Salidas gráficas realizadas en el POMCA del Río León	31
Tabla 7. Modelo de almacenamiento geográfico para los temáticos.	32



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución planchas 25.000 IGAC en la Cuenca Río León	5
Figura 2. Estructura plantilla general.....	9
Figura 3. Índice de mapa de las plantillas a Escala 1:25.000	10
Figura 4. Localización general de la cuenca	11
Figura 5. Generación de la zonificación climática	15
Figura 6. Proceso de generación Índice de Aridez.....	15
Figura 7. Proceso de generación cartografía geológica	16
Figura 8. Proceso de generación pendientes grados y porcentajes	18
Figura 9. Proceso de generación del mapa de suelos.....	19
Figura 10. Propuestas presentadas a CORPOURABA del límite externo y de las subcuencas	20
Figura 11. Esquema de evaluación de Susceptibilidad por movimientos en masa.....	26
Figura 12. Estructura de organización del Anexo Cartográfico.....	28
Figura 13. Estructura GDB base integrada, temática, raster y base 100.000 para el POMCA Río León	29
Figura 14. Ejemplo de codificación del mapa de Hidrografía.....	30

1 INTRODUCCIÓN

Tomando como referencia la metodología de los anexos de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Fondo de Adaptación, 2014a) se presenta el siguiente documento que describe los lineamientos generales para la elaboración y manejo de la información geográfica recopilada y generada en la ejecución del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río León SZH (1201).

Esta información es estructurada en un modelo de *Geodatabase*, en adelante GDB, donde se hallan los objetos geográficos que suministra la información disponible para la caracterización de la Cuenca del Río León en la Fase de Diagnóstico. La cartografía base para la Cuenca del Río León comprende un total de 29 planchas IGAC a escala 1:25.000, con la información base del área de la Cuenca del Río León.

A partir de métodos geoestadísticos, fotogramétricos y de procesamiento digital de imágenes, se identifican los objetos geográficos que alimentan la información temática de la caracterización de la cuenca, el Modelo de Datos de la Geodatabase admite formatos de tipo Vectorial (FileGeodatabase y ShapeFile), Raster (Geotiff), Tablas (dBase) y Metadatos (XML); los objetos geográficos utilizados para la elaboración de la cartografía Básica y Temática para el Ajuste al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río León en el Departamento de Antioquia, están proyectados en el sistema de coordenadas planas Magna-SIRGAS Origen Bogotá adoptado mediante la Resolución – IGAC 68 de 28 de Enero de 2005 en el territorio nacional, para su representación con siguientes parámetros del sistema de referencia:

2 ESTRUCTURACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

2.1 ESTRUCTURA Y MANEJO PRELIMINAR DE LA INFORMACIÓN

2.1.1 Información base

La elaboración de la Cartografía base se obtuvo por medio de 29 planchas 1:25.000 del IGAC que se enlistan en la Tabla 1. La caracterización básica de la cuenca busca espacializar sobre la cartografía oficial cada uno de los componentes administrativos que confluyen puntualmente en la cuenca hidrográfica del Río León, según el Anexo Técnico se incluye la descripción político administrativa a nivel departamental, municipal, Veredal, incluyendo jerarquización de centros poblados. De igual manera se realizó la ubicación de comunidades étnicas con el fin de contextualizar las características básicas de la cuenca.

La cartografía base de la cuenca proviene de información oficial digital a escala 1:25.000 entregada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Comprende la jurisdicción territorial administrativa de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Turbo del departamento de Antioquia.

El modelo digital del terreno que se manejará para el POMCA, se obtuvo de igual manera por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y cuenta con una resolución espacial de 5 metros, este insumo permitió la generación de productos tales como el mapa de sombra (Hillshade), pendientes, entre otros.



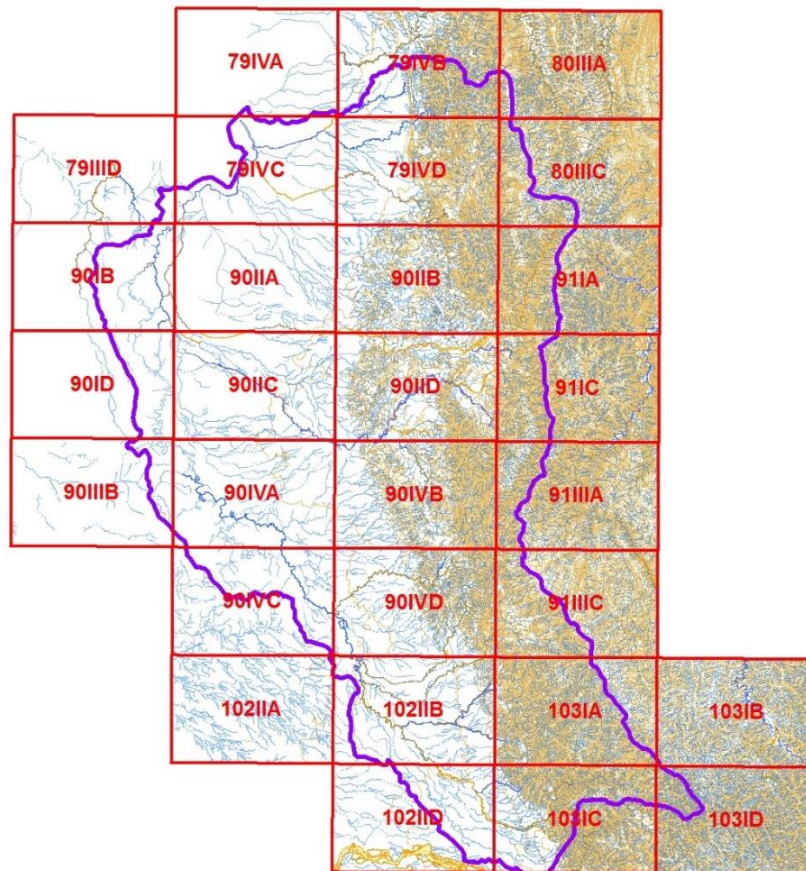
Tabla 1. Planchas 1:25.000 IGAC

PLANCHA	ESCALA	AÑO	PLANCHA	ESCALA	AÑO
79IIID	1:25.000	2010	90IVB	1:25.000	2014
79IVA	1:25.000	2010	90IVC	1:25.000	2010
79IVB	1:25.000	2011	90IVD	1:25.000	2010
79IVC	1:25.000	2014	91IA	1:25.000	2013
79IVD	1:25.000	2011	91IC	1:25.000	2013
80IIIA	1:25.000	2010	91IIIA	1:25.000	2013
80IIIC	1:25.000	2014	91IIIC	1:25.000	2013
90IB	1:25.000	2012	102IIA	1:25.000	2010
90ID	1:25.000	2010	102IIB	1:25.000	2010
90IIA	1:25.000	2011	102IID	1:25.000	2014
90IIB	1:25.000	2014	103IA	1:25.000	2013
90IIC	1:25.000	2014	103IB	1:25.000	2013
90IID	1:25.000	2015	103IC	1:25.000	2013
90IIB	1:25.000	2010	103ID	1:25.000	2013
90IVA	1:25.000	2010			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

La distribución de las planchas anteriormente mencionadas, se pueden observar en la Figura 1:

Figura 1. Distribución planchas 25.000 IGAC en la Cuenca Río León



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

2.1.2 Información temática

A continuación se presenta los registros de información secundaria de los aspectos más relevantes de cartografía, que sirven de insumo para la construcción de la caracterización básica de la cuenca, entregada de forma oficial por los entes evaluadores (CORPOURABA e Interventoría de POMCAS); y la información cartográfica hallada dentro de los Planes de Ordenamiento de cada municipio.

Tabla 2. Registros aspectos de cartografía y SIG

TÍTULO/FECHA	AUTOR/FUENTE	FORMATO	ASPECTOS CLAVE
Cartografía Base. 2015	IGAC	GDB	La cartografía base para la Cuenca del Río León disponible, comprende un total de 29 planchas IGAC a escala 1:25.000, con la información base del área de la Cuenca del Río León, estructurada a nivel de Geodatabase, de acuerdo al modelo de datos establecidos por el IGAC.
DTM_Río_León_SZH. 2016	IGAC	Raster	El modelo digital de Elevación (DEM-DTM) constituye una malla regular de puntos o celdas, en formato raster, espaciadas cada 25m (RMS <=7,5m y error máximo permisible de 12.5m). Con una temporalidad óptima, obtenido en Mayo de 2016. Y un tamaño de pixel de 5m. Falta un 3% de área, para cubrir la totalidad del límite de la cuenca.
Plan de Ordenamiento Territorial de Municipio de Apartadó. 2000	CORPOURABA	SHP	El POT del municipio de Apartadó presenta información cartográfica en formato shapes, en el sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste. Dentro de la información contenida presenta información de localización general del municipio, y esta discriminado en rural y urbano; contiene los shapes de división política, Amenazas y socavación, Equipamientos, riesgo por inundación, uso social, uso del suelo, vulnerabilidad por inundación.
Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Carepa, 2000	CORPOURABA	SHP	El POT del municipio de Carepa presenta información cartográfica en formato shapes, en el sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste. Dentro de la información contenida presenta información de localización general del municipio, y esta discriminado en rural y urbano; contiene los shapes de clasificación de suelos rural, división política, Zonificación ambiental, Zonificación de amenazas por inundación y fenómenos de remoción en masa, Amenazas por inundación, Equipamientos, riesgo por inundación, uso del suelo, vulnerabilidad por inundación.
Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Chigorodó, 2000	CORPOURABA	SHP	El POT del municipio de Chigorodó presenta información cartográfica en formato shapes, en el sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste. Dentro de la información contenida presenta información de localización general del municipio, y esta discriminado en rural y urbano; contiene los shapes de división política, Zonificación ambiental, Zonificación de amenazas por inundación y fenómenos de remoción en masa, Amenazas por



TÍTULO/FECHA	AUTOR/FUENTE	FORMATO	ASPECTOS CLAVE
			inundación, Equipamientos, riesgo por inundación, uso social, uso del suelo, vulnerabilidad por inundación.
Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Mutatá, 2000	CORPOURABA	SHP	El POT del municipio de Mutatá presenta información cartográfica en formato shapes, en el sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste. Dentro de la información contenida presenta información de localización general del municipio, y esta discriminado en rural y urbano; contiene los shapes de división política, Zonificación ambiental, Zonificación de amenazas por inundación y fenómenos de remoción en masa, Amenazas por inundación, uso del suelo.
Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Turbo, 2000	CORPOURABA	SHP	El POT del municipio de Turbo presenta información cartográfica en formato shapes, en el sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste. Dentro de la información contenida presenta información de localización general del municipio, y esta discriminado en rural y urbano; contiene los shapes de división política, Zonificación ambiental, Zonificación de amenazas por inundación y fenómenos de remoción en masa, Riesgo y vulnerabilidad por inundación y erosión costera.
Ortofotos	CORPOURABA	Raster	44 ortofotos distribuidas en las 29 planchas del IGAC (unas con solo 1 banda, otras de 3 a 5 bandas y con una resolución espacial entre 3 a 7m, algunas con nubes).
Imágenes satelitales	CORPOURABA	Raster	22 Imágenes, distribuidas de la siguiente manera: Alos (3), Aster_2007 (7), Landsat (4), Landsat_2011 (5), Rapideye_2011 (2) y Spot (1) de las cuales el 90% tienen problemas de nubes. Las imágenes que poseen 3 o 4 bandas son Landsat 2011, Spot, RapidEye, las demás solo tienen una. Las Landsat 2011 cubren toda el área pero presenta fajas diagonales que no permiten observar la información de forma adecuada. La RapidEye 2010-2012 es las que mejor resolución espacial posee, pero no abarca toda el área y tiene muchas nubes.

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

2.2 GENERACIÓN DE LA PLANTILLA

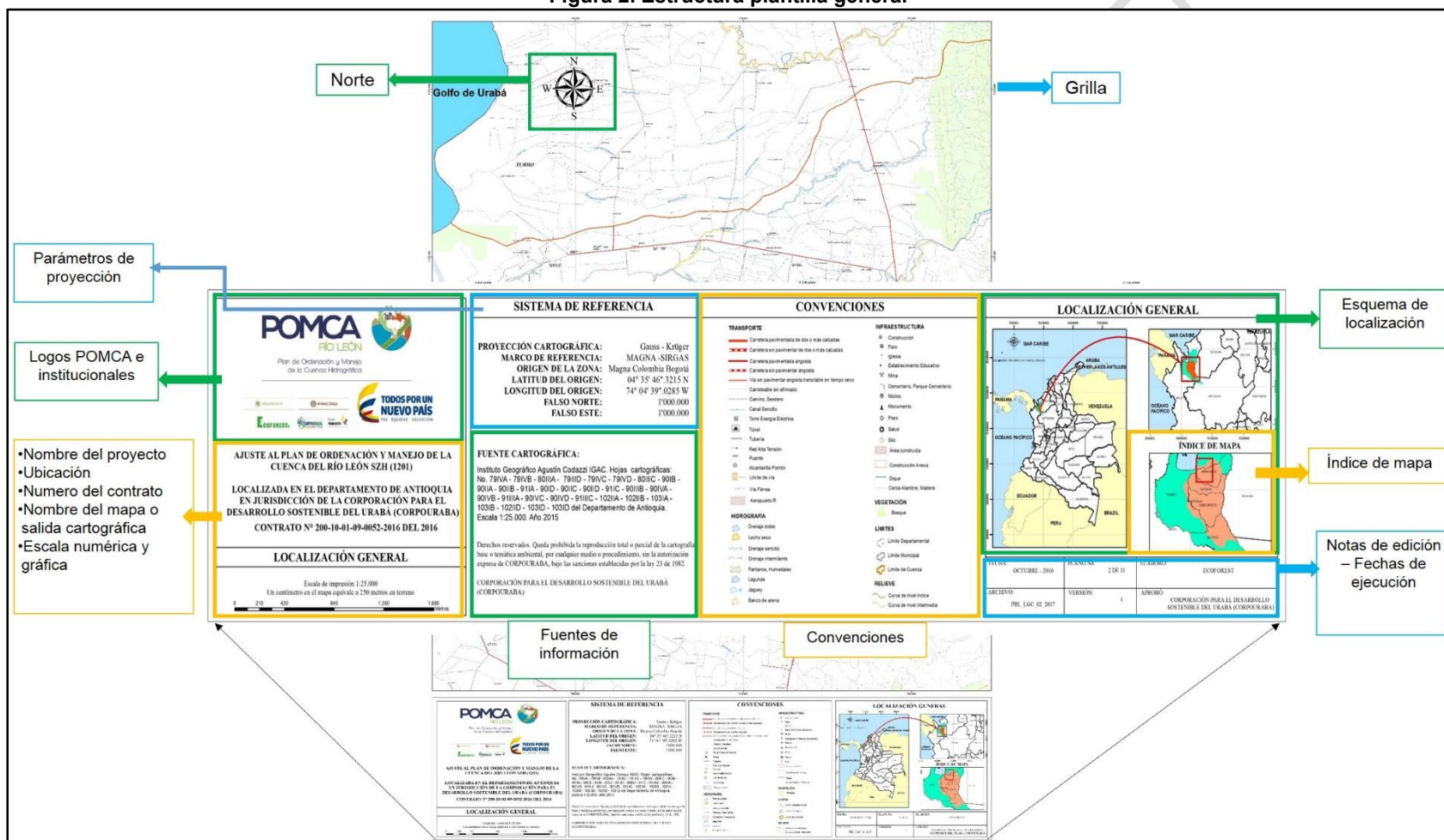
Como se mencionó anteriormente la plantilla debe contener una información cumpliendo con los estándares mínimos cartográficos tales como la información Marginal que se refiere al título del mapa, nombre del proyecto, persona quien revisa, versión del mapa (en el caso que existan varias versiones), número del mapa (cuando haga parte de una serie de mapas), propietario y logo o símbolo en el caso que exista, sistema de coordenadas y proyecciones, Norte, escalas gráfica y numérica, localización del proyecto, entre otros.

La plantilla debe contar con la aprobación por parte de la interventoría de POMCAS y la Corporación. La plantilla aprobada para el POMCA del Río León se presenta en la Figura 2 donde se puede observar la distribución y composición de la misma, en la que se debe presentar la cartografía base y temática para el proyecto.



EN ETAPA DE PUBLICIDAD

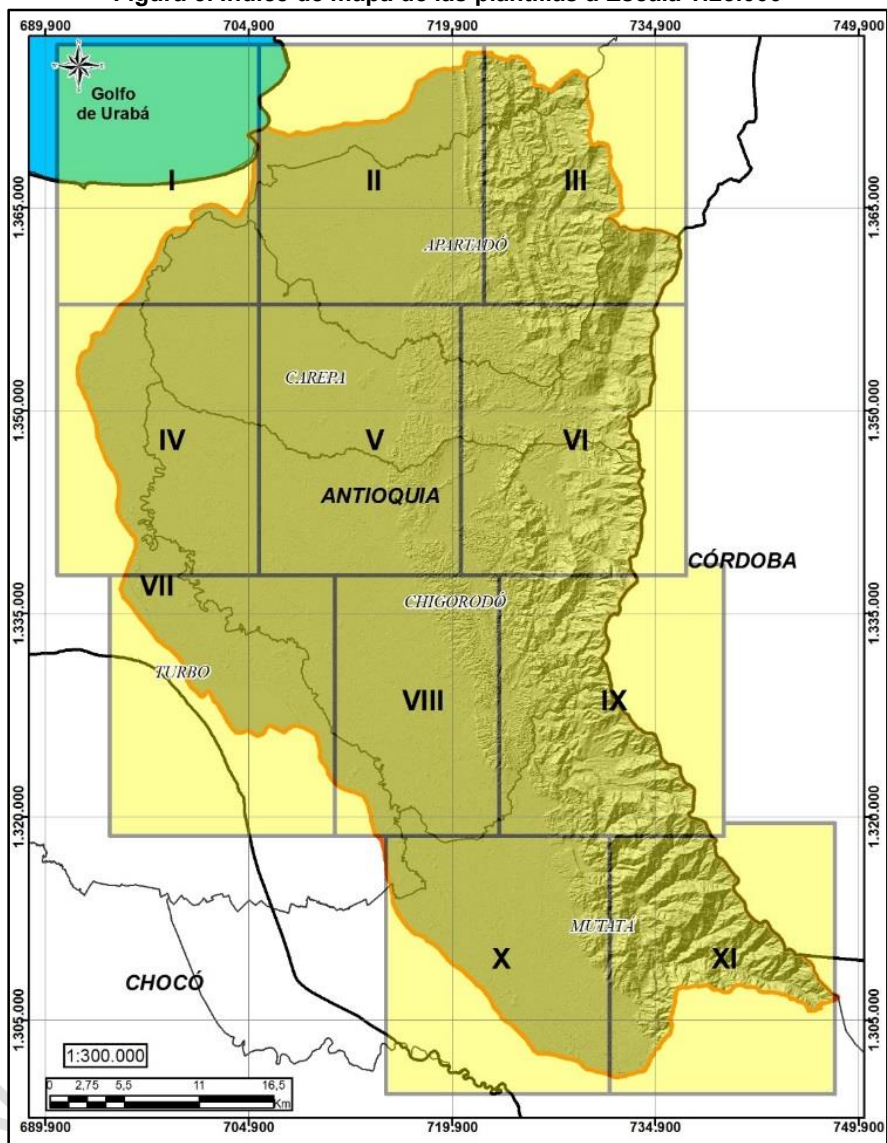
Figura 2. Estructura plantilla general



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

Debido al tamaño de la cuenca, los mapas que deben presentarse a escala 1:25.000 están divididos en 11 planchas, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera (Figura 3).

Figura 3. Índice de mapa de las plantillas a Escala 1:25.000

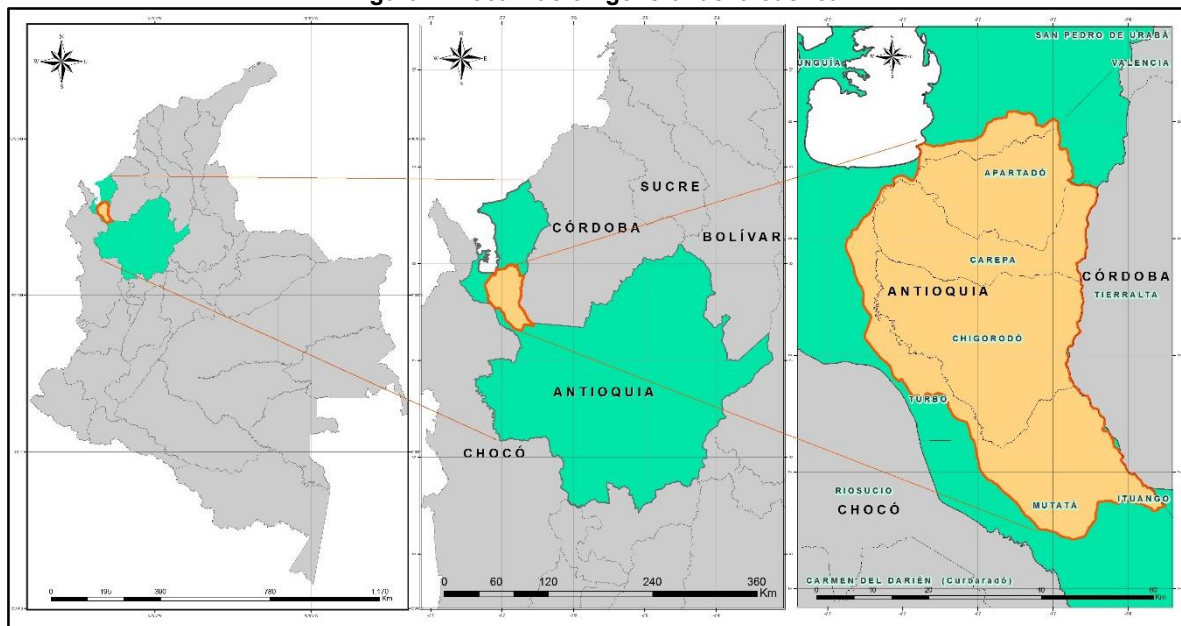


Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

2.3 MAPA LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA CUENCA

La cartografía base de la cuenca proviene de información oficial digital a escala 1:25.000 del IGAC, con base a la plantilla cartográfica aprobada (Ver Figura 4), contiene además de la base, la división político – administrativa de la cuenca que contempla límites departamentales, municipales, veredas.

Figura 4. Localización general de la cuenca



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3 METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE LOS PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS

El componente cartográfico se ajusta a los términos de referencia del contrato No. 292 de 2014 que tiene por objeto hacer el Ajuste al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río León (Código 1201), dentro del componente del mismo se contemplan la caracterización Biótica, Física, Socioeconómica, de Paisaje, de Zonificación y de Riesgo de Amenaza.

A partir de la información primaria y secundaria recolectada durante las actividades de campo, fuentes oficiales y estudios anteriores, se realiza el análisis exploratorio de datos espaciales; el cual consiste en la identificación de los elementos aptos para ser representados espacialmente; obteniendo como resultado la descripción de las actividades presentes en cada una de las etapas a ejecutar

La metodología del componente de SIG y cartografía del proyecto, comprende 4 etapas; en donde se comienza con la adquisición de los insumos necesarios para el desarrollo del trabajo, luego se realiza el procesamiento de la información para generar la cartografía base, posteriormente se obtienen los resultados, que son todos los mapas temáticos que componen el proyecto, los cuales se realizan en conjunto con los profesionales encargados de cada temática y por último se generan las salidas graficas o los mapas respectivos, teniendo en cuenta los requerimientos presentados en el Anexo Técnico.

El desarrollo de actividades parte de la recolección y captura de los datos, seguido por el almacenamiento, análisis y modelamiento respectivo hasta llegar a la producción de la información cartográfica.

Para la recolección y captura de los datos se emplean fuentes primarias y secundarias tanto del sector público como del sector privado, para el presente informe se cuenta con la información de los Planes de Ordenamiento Territorial para los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Turbo del año 2010.

3.1 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA

3.1.1 Clima

Para realizar el análisis correspondiente al estudio del clima espacio temporal, se recopiló la información disponible en diferentes estaciones meteorológicas existentes en la cuenca que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Estaciones climatológicas utilizadas para el estudio del POMCA Río León

NOMBRE ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	CATEGORÍA	ENTIDAD	COTA	COORDENADAS ESTE	COORDENADAS NORTE
VILLARTEAGA [12015010]	12015010	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	132	734295	1305247
BAJIRA [11145010]	11145010	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	150	714055	1309050
PALMERA LA [12015090]	12015090	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	58	720907	1326170
TULENAPA [12015060]	12015060	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	30	715325	1352289
APTO LOS CEDROS [12015070]	12015070	Sinóptica Principal (SP)	IDEAM	19	708693	1357057
UNIBAN [12015020]	12015020	Agrometeorológica (AM)	IDEAM	23	716035	1358057
DESPENSA LA [13025030]	13025030	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	160	754856	1364169
CAMPO BELLO [13015030]	13015030	Climatológica Principal (CP)	IDEAM	78	762271	1375197
TURBO [12025040]	12025040	Climatológica Ordinaria (CO)	IDEAM	37	709053	1387516
NUEVO ORIENTE [12010170]	12010170	Pluviógrafo (PG)	IDEAM	64	711564	1317571
BARRANQUILLITA [12010030]	12010030	Pluviómetro (PM)	IDEAM	36	710772	1329858
FLECHA LA [13010040]	13010040	Pluviómetro (PM)	IDEAM	500	791514	1336324
MOLINILLO [13010010]	13010010	Pluviómetro (PM)	IDEAM	500	782340	1341899
TRIGANA [12010090]	12010090	Pluviómetro (PM)	IDEAM	18	709302	1349414
STA ISABEL [12010080]	12010080	Pluviómetro (PM)	IDEAM	30	714297	1349641
TORMENTO EL [12010010]	12010010	Pluviómetro (PM)	IDEAM	20	693481	1351588
TOSCANA LA [12010050]	12010050	Pluviómetro (PM)	IDEAM	35	710319	1356093
LORENA LA [12010060]	12010060	Pluviómetro (PM)	IDEAM	31	711890	1362173

NOMBRE ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	CATEGORÍA	ENTIDAD	COTA	COORDENADAS ESTE	COORDENADAS NORTE
SAN JOSE APARTADO [12010160]	12010160	Pluviógrafo (PG)	IDEAM	100	721735	1362512
STA MARTHA [12010120]	12010120	Pluviómetro (PM)	IDEAM	64	716534	1364419
CASCO EL [12010070]	12010070	Pluviómetro (PM)	IDEAM	10	716474	1364512
EUPOL [12010100]	12010100	Pluviómetro (PM)	IDEAM	4	719869	1371254
CHOROMANDO HDA [12010180]	12010180	Pluviógrafo (PG)	IDEAM	150	723631	1371726
PRADO MAR [12010110]	12010110	Pluviómetro (PM)	IDEAM	38	717565	1375905
NUEVA ANTIOQUIA [12020040]	12020040	Pluviómetro (PM)	IDEAM	13	727376	1382773
TIERRALTA [13030010]	13030010	Pluviómetro (PM)	IDEAM	100	782655	1397295
PUEBLO BELLO [12020010]	12020010	Pluviómetro (PM)	IDEAM	79	730268	1399822
CARAMELO [13060030]	13060030	Pluviómetro (PM)	IDEAM	60	798754	1406311

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3.1.1.1 Isoyetas

Se generaron 13 salidas cartográficas que representan las Isoyetas para la cuenca del Río León (Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\2_Isoyetas), se presentan 13 productos tanto en PDF como en formato JPG, distribuidos en una salida que presenta la precipitación anual (mm) para la cuenca, y 12 productos que representan la precipitación mensual (mm).

Para el trazado de las isoyetas anuales, se seleccionaron 9 estaciones pluviométricas (Barranquillita, El Casco, El Tormento, Eupol, La Lorena, La Toscana, Pardo Mar, Sta Martha, Trigana, Unibán Y Villarteaga) el período seleccionado va desde el año 1977, hasta el año 2015, que comprende un total de diez (10) estaciones, presentando datos faltantes a nivel anual, solo la estación de La Toscana, con un total faltante de un (1) año. De acuerdo con lo anterior se determinó un período homogéneo de 37 años.

Para la espacialización de las Isoyetas, se genera como una superficie interpolada, a través del método determinístico de Distancia inversa ponderada (IDW) por medio de la extensión Spatial Analyst (**ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Interpolation>IDW**), en el caso específico de la precipitación mediante la ponderación de los registros mensuales presentados en cada una de las estaciones analizadas, por medio de los resultados obtenidos, se logran identificar las zonas de alta pluviosidad en la región y su variación interanual.

3.1.1.2 Isotermas

Para la representación espacial de las Isotermas, se generaron 37 salidas cartográficas (Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\3_Isotermas) tanto en PDF como en JPG.

En donde se presenta la Temperatura anual (C°) y la temperatura máxima, media y mínima para cada mes.

Para la generación de este producto se tuvieron en cuenta los registros de las estaciones climatológicas con termómetro que se encontraron en la zona de estudio. Para la información de temperatura media se requirieron los datos de 5 estaciones (Apto Los Cedros, La Palmera, Tulenapa, Unibán Y Villarteaga). Para los registros de temperaturas máximas 6 estaciones (Apto Los Cedros, La Palmera, Tulenapa, Unibán, Villarteaga Y Musinga) y finalmente para las temperaturas mínimas se usaron 7 estaciones (Apto Los Cedros, Bajirá, La Palmera, Tulenapa, Unibán, Villarteaga Y Musinga)

Con la información de los registros de las estaciones anteriormente mencionadas y el Modelo Digital de Elevación, se generó la interpolación con los datos de la temperatura media mensual; teniendo en cuenta que la elevación en la zona de estudio varía entre 0 y 1845 msnm, posteriormente se extraen las isotermas por medio de la herramienta Contornos (**ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Contour**), obteniendo isolíneas con la descripción numérica de la temperatura.

3.1.1.3 Evapotranspiración potencial y real

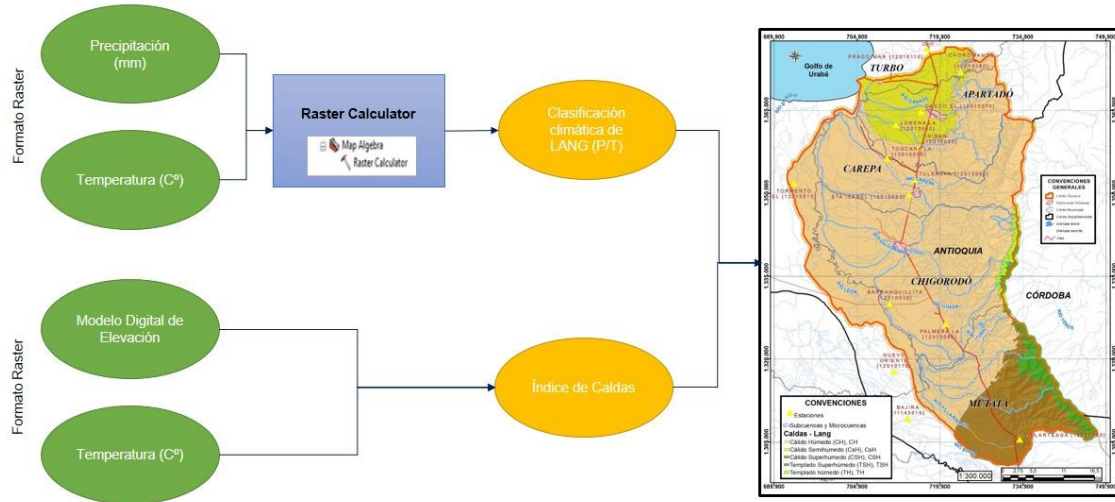
La espacialización de esta variable a nivel medio anual y a nivel mensual se presenta en 13 salidas cartográficas para cada variable (Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\4_Evapotranspiración_Potencial y Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\5_Evapotranspiración_Real). Para la Evapotranspiración Potencial (ETP) se utilizó la información de 6 estaciones meteorológicas (Villarteaga, Unibán, Tulenapa, La Palmera, Apto Los Cedros y Musinga).

Las estimaciones de estas variables se realizaron con el apoyo de la herramienta Raster Calculator (**ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator**), empleando la expresión de Thornthwaite, para calcular la evapotranspiración potencial y la expresión de Budyko para obtener la evapotranspiración real.

3.1.1.4 Zonificación climática

El mapa de Zonificación climática se presenta a escala 1:25.000 en la ruta CARTO_FINAL\3_Mapas\2_Zonificación_climática, se realizaron 11 planos, puesto que el tamaño de la cuenca es grande y por la escala toca distribuirlo en 11 planchas. La generación de la zonificación climática se realizó por medio de la clasificación climática de Caldas – Lang, para ello se emplearon los raster generados de precipitación y temperatura media anual y el modelo digital de elevación, este proceso se divide en dos grandes fases, la primera está basada en la obtención de modelo climático de Lang que genera una relación entre la precipitación (mm) y la temperatura (°C) - (P/T) y la segunda basada en la clasificación climática de Caldas que contempla la influencia de la altura en la variación de las temperaturas, de la intersección posible de sus categorías se obtuvo la denominada clasificación de Caldas-Lang (Figura 5).

Figura 5. Generación de la zonificación climática

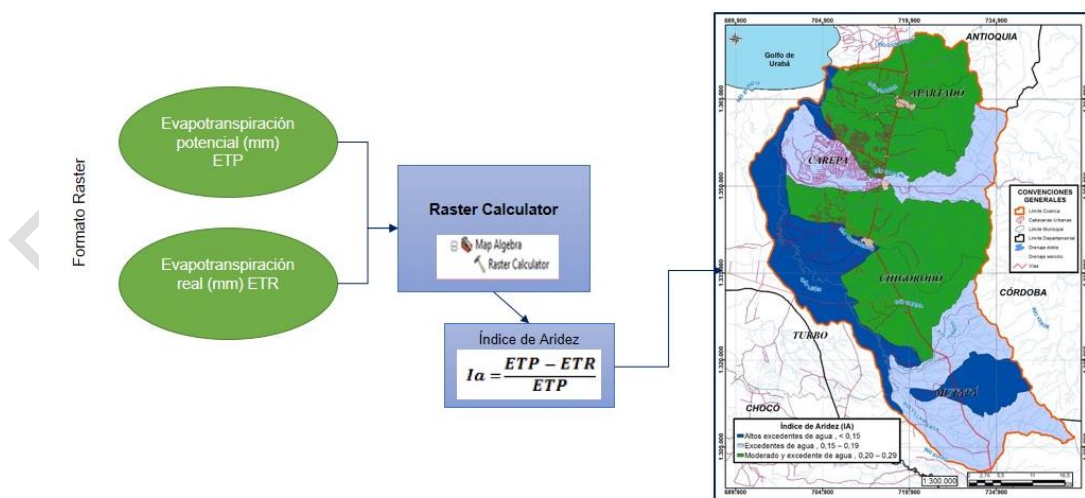


Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3.1.1.5 Resultados del Índice de Aridez (IA)

Se presentan 11 planchas del mapa de Índice de Aridez a escala 1:25.000 en la ruta Anexo_Cartografico\3_Mapas\3_Índice_de_aridez, debido al tamaño de la cuenca y a la escala de presentación. Este mapa se construyó a partir de la relación de la diferencia del raster de la evaporación potencial menos la real sobre la potencial, con el apoyo de la herramienta Raster Calculator (**ArcToolbox >Spatial Analyst Tools>Map Algebra>Raster Calculator**) como se observa en la Figura 6.

Figura 6. Proceso de generación Índice de Aridez

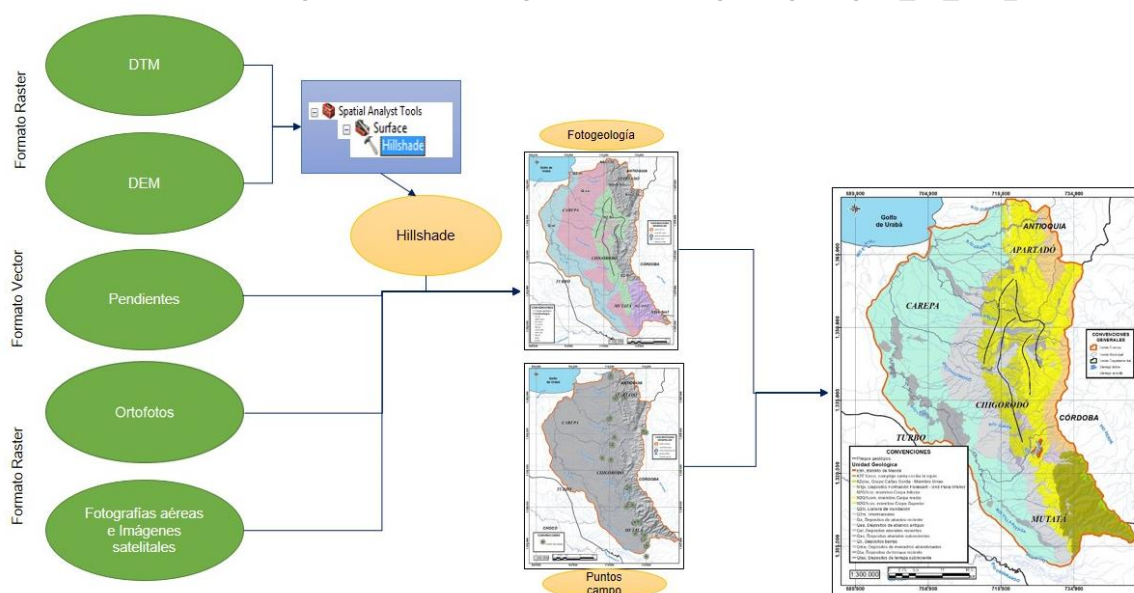


Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3.1.2 Geología

Para construir la cartografía geológica con fines del ordenamiento de la cuenca hidrográfica, se llevaron a cabo 5 actividades principalmente. La primera es la recopilación de información existente del área de estudio. Luego se prepararon los insumos básicos (DTM, DEM, Ortofotos, Fotografías aéreas), posteriormente se realizó la interpretación de sensores remotos. Una vez se tuvo la interpretación de fotogeología básica, se hizo verificación en campo, y finalmente realizó el mapa geológico analítico escala 1:25000. El proceso se detalla en el esquema presentado en la Figura xx.

Figura 7. Proceso de generación cartografía geológica



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

Para determinar las unidades geológicas superficiales (UGS) se realizó en base a la delimitación de zonas con alto grado de homogeneidad respecto a sus propiedades geotécnicas básicas. La identificación de los depósitos se hizo a través de imágenes de satélite, teniendo en cuenta las condiciones de alteración de las unidades de roca, que fueron determinadas cualitativamente en campo a partir de puntos de control de materiales superficiales y de la selección de sitios prioritarios para la toma de muestras. Las unidades identificadas se reclasificaron de acuerdo con la composición mineral y la granulometría dominante en cada una de las formaciones litoestratigráficas diferenciadas, así como el carácter sedimentario o volcánico de la litología predominante en cada formación. (Ver el mapa en Anexo_Cartografico\3_Mapas\6_Unidades_Geológicas_Superficiales_UGS).

Adicionalmente se presenta una salida cartográfica nombrada Geológico – Geomorfológico (Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\9_Geológico_Geomorfológico), en donde se asocia la geología básica y la geomorfología con criterios geomorfo-genéticos, también se asocian los puntos de selección para la prospección geotécnica, que sirvieron de apoyo en el ajuste de los modelos de movimientos en masa.

3.1.3 Geomorfología

Dentro del Dataset de Geomorfología se presentan los feature class de Pendientes en porcentaje y en grados. Esta información ha servido de insumo para desarrollar la interpretación de las diferentes unidades geomorfológicas. Para el estudio se presentan dos salidas cartográficas.

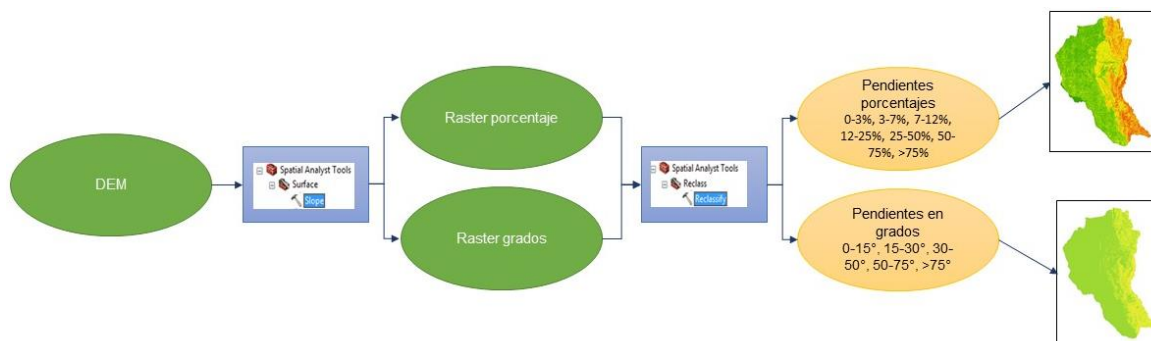
Para obtener el mapa geomorfológico con criterios geomorfogenéticos (Carvajal, 2012; SGC, 2012) se utilizó la información geomorfológica recolectada de interpretación de imágenes satelitales, la interpretación del modelo de elevación del terreno; los informes técnicos de entidades públicas, así como la información recolectada durante el trabajo de campo (reconocimiento general: distribución de las geoformas; pendientes de las geoformas, composición, textura, granulometría, grado de meteorización, de los depósitos superficiales; procesos morfodinámicos activos; coberturas y actividades antrópicas. El mapa de Unidades Geomorfológicas Carvajal se presenta a escala 1:25.000 distribuido en 11 planchas (Anexo_Cartografico\3_Mapas\15_Unidades_Geomorfológicas_Carvajal).

Para definir las unidades geomorfológicas según Zinck (2012) se tomó como base la cartografía temática geomorfológica, la información secundaria y la información recolectada en campo para generar la cartografía a escala 1:25.000. Dentro de la información temática geomorfológica se usaron los siguientes estudios que se encontraban a escala 1:25.000:

- Estudio semidetallado de suelos de las áreas potencialmente agrícolas Urabá departamento de Antioquia escala 1:25.000 IGAC. Departamento de Antioquia del año 2007.
- Levantamiento semidetallado de suelos en áreas de influencia de los humedales de Colombia–Región Caribe. Escala 1:25.000. IGAC-HUMBOLDT, año 2015.

Los estudios mencionados fueron revisados y ajustados para la cuenca en las zonas de lomerío, piedemonte, valle y planicie, para la zona de montaña se realizó la interpretación mediante los productos de sensores remotos tales como fotografías aéreas, modelos de elevaciones digitales, modelo de sombras, el mapa de pendientes (Figura 8), la genética de los suelos y las formas del relieve. Posteriormente en la interpretación se realiza en pantalla con el uso del software ArcGis 10.1, en la cual se sobrepone toda la información digital disponible para apoyar y complementar la interpretación de las unidades geomorfológicas.

Figura 8. Proceso de generación pendientes grados y porcentajes



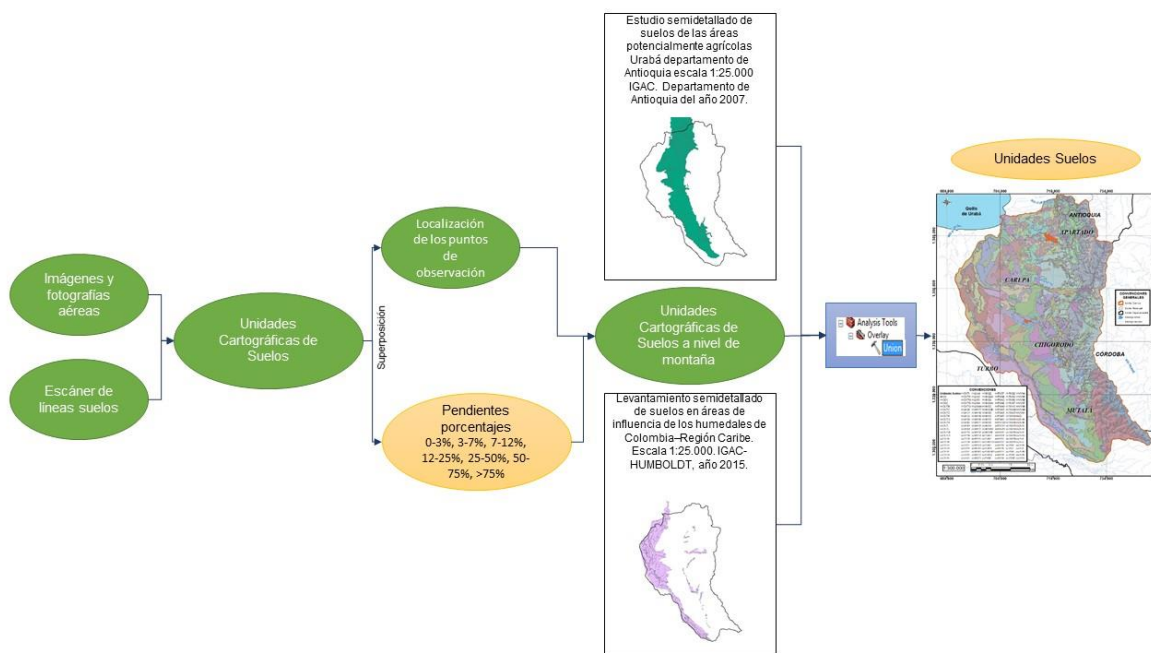
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

La estructura de organización de las unidades utilizada fue la establecida por Zinck, (2012), siguiendo lo establecido en el nivel y la categoría de los conceptos genéricos, los cuales son establecidos de acuerdo a los niveles de percepción y ensayo de la estructuración del espacio geomorfológico, donde se instituye que las geoformas pueden ser percibidas por visión humana o sensores artificiales, porque tienen una apariencia fisionómica en la superficie de la tierra; gracias a la cual, las geoformas son los elementos más directamente estructurantes del terreno y las veces que una superficie de terreno puede ser subdividida depende del nivel de percepción usado para esto. El mapa de Geomorfología con criterios edafológicos (Zinck, 1989) se presenta a escala 1:25.000 distribuido en 11 planchas (Anexo_Cartografico\3_Mapas\ 14_Unidades_Geomorfológicas_Zinck).

3.1.4 Suelos

La elaboración de la cartografía de suelos o geomorfopedológico, comienza en la etapa de pre campó, en el momento en el que se cruzan las distintas capas de información (formas de la tierra, material geológico que fungen como materiales parentales de los suelos), el mapa de pendientes y la cartografía básica en la identificación de los ambientes edafogenéticos y de las fases que señalan los limitantes de variación de la inclinación del terreno. La ejecución propiamente dicha del mapa de suelos centra la atención en las tareas que se lleven a efecto durante la producción y edición de la representación cartográfica, en la escala 1:25.000, del mosaico edáfico en la zona de estudio. En la Figura 9. Se presenta el proceso para generar las unidades de suelos.

Figura 9. Proceso de generación del mapa de suelos



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

Una vez compilada la información de los estudios del IGAC a escala 25.000 para los paisajes de lomerío, piedemonte, planicie y valle, con la interpretación del paisaje de montaña, se procedió a ajustar los polígonos que limitaban entre estudios, para darle una continuidad a las unidades. Posteriormente se procedió a revisar y delimitar los valles en el paisaje de montaña, y a revisar los paisajes dentro de cada unidad de suelos, para que tuvieran una continuidad.

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso, se realizó mediante la metodología establecida por el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC. 2010), con los ajustes propuestos por la Guía Técnica para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas - POMCAS, del anexo A. Diagnóstico, propuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, del año 2014.

Los parámetros de evaluación de las clases agrológicas por su capacidad de uso como de los usos principales son: la degradación (erosión, pendiente, drenaje natural), humedad (inundaciones, encharcamientos), las características de los suelos (profundidad efectiva, tamaño de las partículas, fragmentos en suelo, pedregosidad, afloramientos rocosos, fertilidad, características químicas) el clima (distribución de lluvias, piso térmico, temperaturas) y los usos principales. Para la elaboración del mapa de capacidad de uso, se determinó por cada unidad de suelo, la clase agrológica a la que pertenece, dependiendo

las características anteriormente mencionadas. Una vez determinadas las clases, se le asignó el uso principal, generando un mapa a escala 1:25.000 que se distribuye en 11 planchas, más la leyenda, que por el tamaño de la información debe presentarse en una plancha adicional (Anexo_Cartografico\3_Mapas\16_Capacidad_de_uso_de_la_tierra).

3.1.5 Hidrología

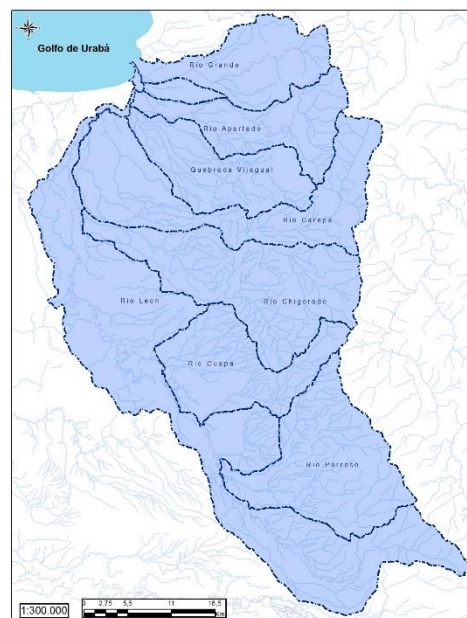
Para establecer el límite oficial de la cuenca, y la delimitación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras, en primera instancia se realizó la revisión entregada por el IGAC y la corporación del límite que ellos tenían. Fue revisado y ajustado debido a que se presentaron algunas inconsistencias. Para esto la base del proceso de revisión fue la información de los drenajes sencillos y dobles entregados de forma oficial en la GDB de cartografía base (IGAC) por parte de la Corporación y de la interventoría de POMCAS. Adicionalmente con el Modelo de elevación del terreno (DTM) que tiene una resolución espacial de 5 m, se utilizó un Hillshade para facilitar la visualización y de esta manera realizar la delimitación del límite exterior de la cuenca, y de los límites de las subcuencas, teniendo en cuenta las divisorias de agua.

Se realizaron varias versiones las cuales fueron revisadas por parte de Corpouraba, solicitando ajustes que se realizaron, llegando finalmente a la versión actual que se presenta en la Figura 10. Dentro de las observaciones solicitadas por la corporación se presenta el cambio en la delimitación del límite externo y de las subcuencas, el cambio en los nombres, inclusión de los centros poblados, la revisión del drenaje principal y sus afluentes. Finalmente se tiene una última versión compuesta por 12 subcuencas y 7 microcuencas abastecedoras, y un área total de 220.137,82 ha.

Figura 10. Propuestas presentadas a CORPOURABA del límite externo y de las subcuencas

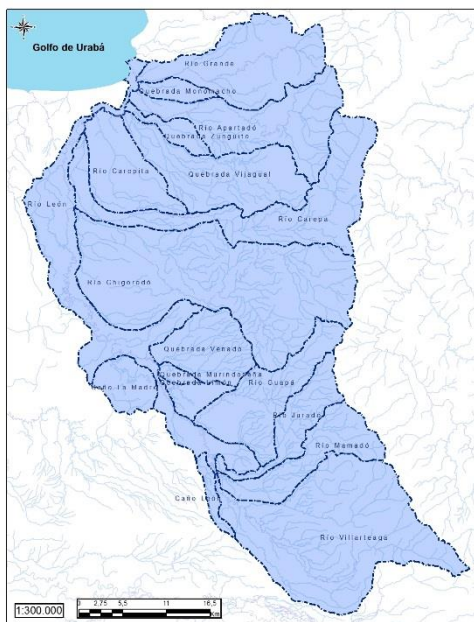


Primera propuesta de Límite externo y subcuencas (Mayo 2016) presentada a CORPOURABA que se

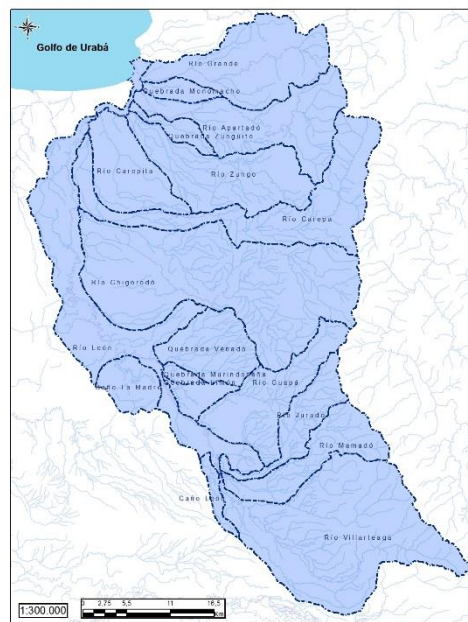


Segunda propuesta de Límite externo y subcuencas (Julio 2016) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas por la autoridad

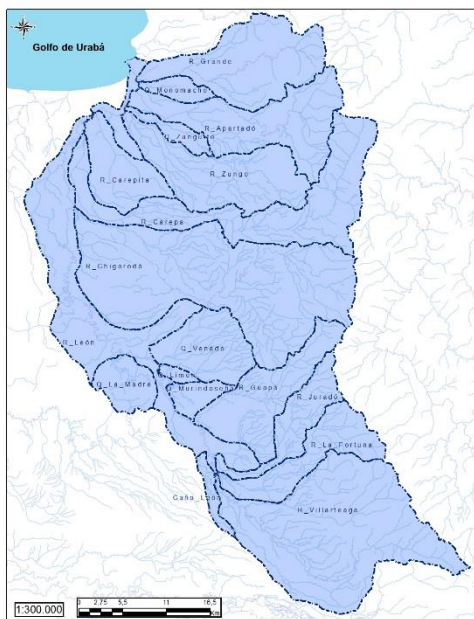
componía de 8 subcuencas y sumaba un área de 221.572,47 ha.



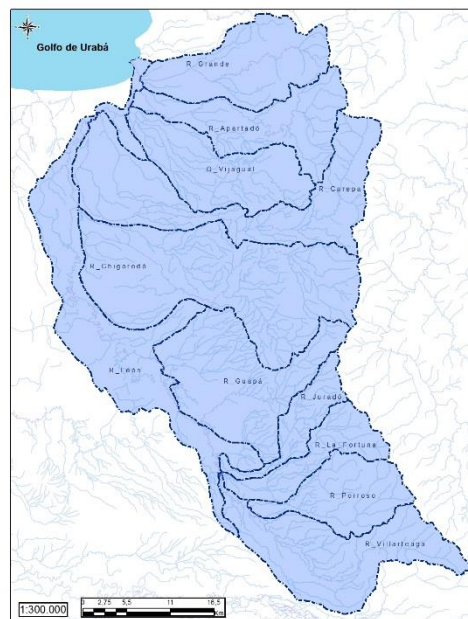
ambiental; compuesta por 9 subcuencas y sumaba un área de 219.404,01 ha.



Tercera propuesta de Límite externo y subcuencas (Septiembre 2016) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas por la autoridad ambiental; compuesta por 18 subcuencas y sumaba un área de 217.336,92 ha.



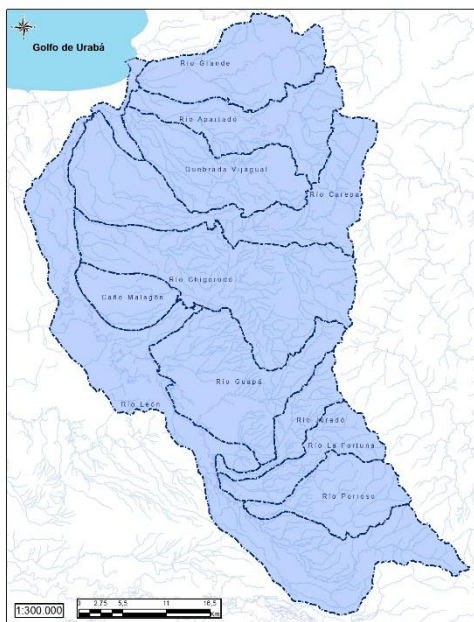
Cuarta propuesta de Límite externo y subcuencas (Diciembre 2016) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas en la reunión anterior con la autoridad ambiental; compuesta por 18 subcuencas y sumaba un área de 220.219,0 ha.



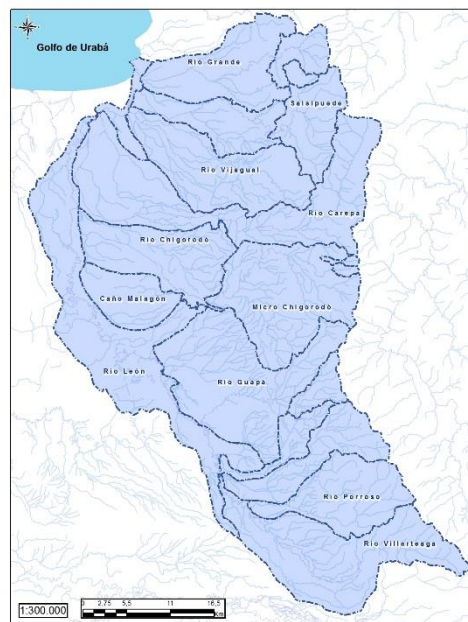
Quinta propuesta de Límite externo y subcuencas (Enero 2017) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas, en donde se aprueba el

Quinta propuesta de subcuencas (Marzo 2017) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas. En donde solicitan

límite externo de la cuenca. Compuesta por 18 subcuencas y sumaba un área de 220.137,82 ha.



agrupar subcuencas, quedando 11 subcuencas. Con la misma área 220.137,82 ha.



Sexta propuesta de subcuencas (Diciembre 2017) presentada a CORPOURABA con las observaciones solicitadas. En donde solicitan agrupar subcuencas, cambiar nombres, dividir subcuencas, quedando 11 subcuencas. Con la misma área 220.137,82 ha.

Se presenta la última versión de Subcuencas y microcuencas abastecedoras, en donde se presentan 12 subcuencas y 7 microcuencas. Conservando la misma área 220.137,82 ha.

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

En relación a los mapas de caudales, estos productos se pueden observar en Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\12_Caudales_máximos_mensuales_y_anuales, 13_Caudales_medios_mensuales_y_anuales y 14_Caudales_mínimos_mensuales_y_anuales donde se presenta la espacialización de los caudales máximos, medios y mínimos para cada mes, y los anuales. Adicionalmente se realizó un Flow accumulation para los promedios de los caudales mensuales máximos, medios y mínimos, se máximo el efecto de la pendiente y se realizó un proceso euclidiano de 20 m a los cuerpos de agua dobles y sencillos, para obtener la salida gráfica de los flujos de acumulación de los caudales, las cuales se encuentran dentro de cada carpeta mencionada anteriormente.

3.1.6 Biótico

Para la generación del mapa de Cobertura y uso de la tierra, que se presenta a escala 1:25.000 distribuido en 11 planchas en la carpeta Anexo_Cartografico\3_Mapas\17_Cobertura_y_usos, se realizó la interpretación de coberturas de forma visual sobre la pantalla del computador definiendo el código de cobertura para cada uno de los polígonos, El método de interpretación utilizado se denomina PIAO (PhotoInterpretation Assisté par Ordinateur) que consiste en delimitar

mediante un programa de SIG las unidades de cobertura directamente sobre la pantalla. Una de las principales ventajas del análisis visual sobre el digital, es la capacidad que se tiene para incorporar a la interpretación de la imagen criterios complejos.

Por tratarse de una escala detallada, concretamente 1:25.000, la unidad mínima cartografiada en el mapa de coberturas corresponde a 1,5 hectáreas, exceptuando las unidades correspondientes a la categoría de territorios artificializados cuya área mínima es 1 Ha. para los elementos lineales como ríos y vías, se registraron en el mapa aquellos con un ancho mínimo de 25 metros.

Para la realización del análisis multitemporal de coberturas de la tierra se utilizó la línea base del IDEAM del periodo 2000 – 2002 la cual se reinterpretó para generar el mapa actualizado a escala 100.000. Para esto, se descargaron las imágenes satelitales Landsat 8 más recientes, disponibles en el portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos. Para el análisis se establece la construcción de una matriz para la definición de los cambios ocurridos en la cobertura de la tierra entre dos periodos determinados, donde los cambios de la cobertura de la tierra se agrupan y se clasifican de acuerdo con los principales procesos de uso de la Tierra (Gómez, 2005). En ese caso particular, se definieron una serie de indicadores donde se reunieron los procesos más relevantes en cuanto al cambio de coberturas de la Tierra a nivel nacional a una escala general 1:100.000. De esta forma se definieron indicadores como: fragmentación del bosque, recuperación del bosque, ganancia de pastos, urbanización, intensificación de la agricultura, expansión de la agricultura, desintensificación de la agricultura, dinámica de cuerpos de agua, aumento de la minería, reforestación y degradación de tierras. (Ver en Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\21_Análisis_multitemporal_de_coberturas_naturales_de_la_tierra).

3.2 ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Para la caracterización de las áreas y ecosistemas estratégicos se realiza la superposición de capas con la información de las áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas, las áreas complementarias para la conservación, las áreas de importancia ambiental y las áreas de reglamentación especial, que estén presentes en la cuenca, las áreas protegidas del SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). El mapa se presenta en Anexo_Cartografico\3_Mapas\18_Áreas_ecosistemas_estratégicos.

Las capas de información utilizadas para realizar la superposición, se relacionan en la Tabla 4.

Tabla 4. Información para generar el mapa de Ecosistemas estratégicos

TIPO DE ÁREA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	NOMBRE
Reserva Forestal Protectora Nacional	Río León
Reserva Forestal Protectora Regional	De Los Humedales Entre Los Ríos León Y Suriquí
Parque Nacional Natural	Paramillo
Territorio Colectivo Comunidades Negras	Puerto Girón
	Los Mangos
	Manatíes
Resguardos Indígenas	Las Playas
	La Palma

TIPO DE ÁREA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	NOMBRE
	Polines
	Yaberaradó
	Dokerazavi
	Jaikerazavi
Humedales	Humedales del Río León
Reserva Biológica Municipal	Serranía de Abibe
Suelos de protección de los planes de ordenamiento territorial	Área de Protección, Regeneración y Mejoramiento del Río León
Zonas de Recarga de Acuíferos	

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3.3 SÍNTESIS AMBIENTAL

Para poder realizar un análisis de conflictos por uso de la tierra se comparó el uso potencial del suelo que está dado según la clase agrologica (Capacidad del uso) y el uso actual de la cobertura. Dicha comparación nos permite identificar las zonas dentro de la Cuenca que se presentan un uso adecuado o inadecuado ya sea por sobre o subutilización. (Ver Anexo_Cartografico\3_Mapas\32_Conflictos_de_uso_de_la_tierra).

Los parámetros que permite analizar el conflicto del uso del agua en la cuenca del Río León es el Índice de Uso del Agua IUA para fuentes superficiales. El conflicto asociado al recurso hídrico está enmarcado en la disponibilidad del agua y en la calidad del recurso. Por lo cual además del índice del uso del agua es necesario considerar los resultados del índice de alteración potencial de la calidad del agua, el cual tiene un menor peso por ser definido, de acuerdo con lo establecido en la Guía Técnica para la Formulación de los POMCA (2014), través de información presuntiva. (Ver Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\31_Conflictos_por_el_uso_del_agua).

La metodología establecida por el MADS determina que el conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos se define por medio de los indicadores de vegetación remanente (IVR), la fragmentación (IF), la tasa de cambio de cobertura natural (TCCN) y el índice de ambiente crítico (IAC). Para su evaluación se emplea una matriz que califica el conflicto según el valor de cada uno de los indicadores mencionados con anterioridad.

(Ver Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\32_Conflictos_por_la_pérdida_de_cobertura_natural_en_áreas_y_ecosistemas_estratégicos).

3.4 GESTIÓN DE RIESGO

3.4.1 Análisis de eventos históricos

Para el análisis de eventos se tuvo en cuenta 5 fases que permiten la identificación de los principales eventos que han afectado la cuenca. El primero establece las técnicas estadísticas de la revisión sistemática de las bases de datos de los municipios y áreas rurales de criterios de selección, estructuras, densidad de eventos y resolución espacial, permitiendo definir los fenómenos naturales o antrópicos que hayan afectado la cuenca del

río León entre los años 1950 a 2012. Luego se clasifican por grupos y subgrupos de los eventos seleccionados, acorde a su génesis y duración. Posteriormente se genera una distribución espacial multianual de cada evento por grupo de los registros históricos de la cuenca, y se genera la salida cartográfica que se encuentra en Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\25_Localización_de_eventos_recientes_y_afectaciones_históricas_en_la_cuenca.

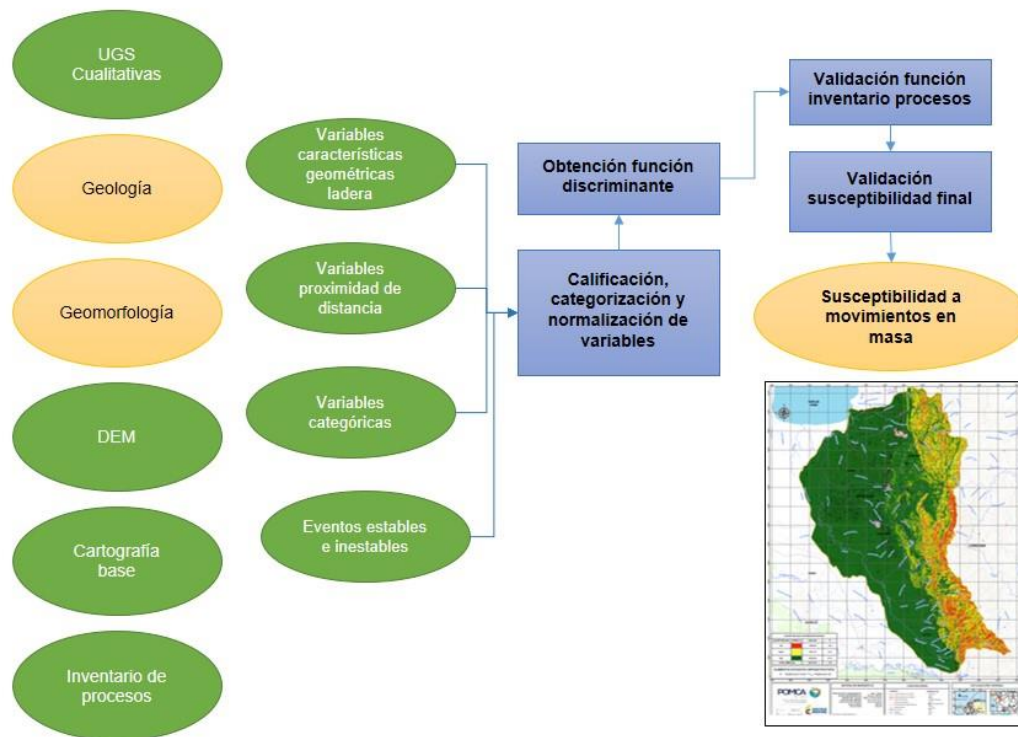
Las bases de datos de consulta se manejan mediante un sistema de archivos electrónicos, organizados por campos, registros y archivos, que son administrados por Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) también llamado DBMS (Database Management System), estas bases fueron: EM-DAT (Emergency Disaster Database), DesInventar, La Unidad Nacional del Gestión del Riesgo y del Desastre (NGRD), El Servicio Geológico Colombiano (SGC), Talleres de Aprestamiento y Comisiones técnicas periódicas.

3.4.2 Movimientos en masa

En la Figura 11 se presenta la descripción metodológica para obtener la susceptibilidad por movimientos en masa, en donde el primer paso es determinar las variables que para este caso son pendiente de ladera, pendiente senoidal de la ladera, rugosidad, curvatura, curvatura longitudinal, curvatura transversal, orientación de la ladera, insolación, distancia a drenajes, distancia a vías, distancia a fallas y lineamientos, distancia a canteras, acumulación de cuenca, longitud de cuenca acumulada, pendiente media de cuenca vertiente, geología, unidades geológicas superficiales, geomorfología y uso del suelo o cobertura.

Luego de tener las variables mencionadas, se lleva una categorización y calificación de cada una de acuerdo con clasificaciones establecidas en metodologías oficiales. El mapa resultado de este trabajo se puede ver en Anexo_Cartografico\4_Salidas_Cartográficas\22_Susceptibilidad_a_movimientos_en_masa.

Figura 11. Esquema de evaluación de Susceptibilidad por movimientos en masa



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

3.4.3 Inundaciones

La metodología parte del protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, (Minambiente, Fondo Adaptación, 2014), en donde se integran los eventos históricos por inundación, clasificándolos como eventos antiguos, recientes y activos. Luego se integra el análisis geomorfológico de la cuenca del río León, con información secundaria de imágenes satelitales Landsat, el Modelo Digital del Terreno (MDT) de ALOS PALSAR, con resolución de 12.5 m y MDT de 5 m, y estudios adelantados en la zona, tales como los del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y análisis geomorfológicos de la cuenca del río León según la metodología propuesta por Carvajal (2011). Por último se realiza el análisis de susceptibilidad que parte de un modelamiento cualitativo del medio físico mediante la definición de grados de susceptibilidad. La representación espacial de este producto se encuentra ubicado en Anexo_Cartografico\3_Mapas\ 24_Suceptibilidad_por_inundaciones.

3.4.4 Avenidas Torrenciales

Para este análisis se realizó a través del análisis de las características morfométricas e hidrológicas de cada sub cuenca y/o microcuenca hidrográfica. Para las microcuencas que conforman la sub zona hidrográfica se calculó el Índice de Melton, con el propósito de clasificar la torrencialidad de cada una de ellas. Otra variable a evaluar fue el Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET), el cual se calculó en éste caso para las microcuencas abastecedoras y representa el grado de susceptibilidad de una cuenca a presentar eventos de carácter torrencial. Este índice varía cualitativamente desde bajo a muy alto.

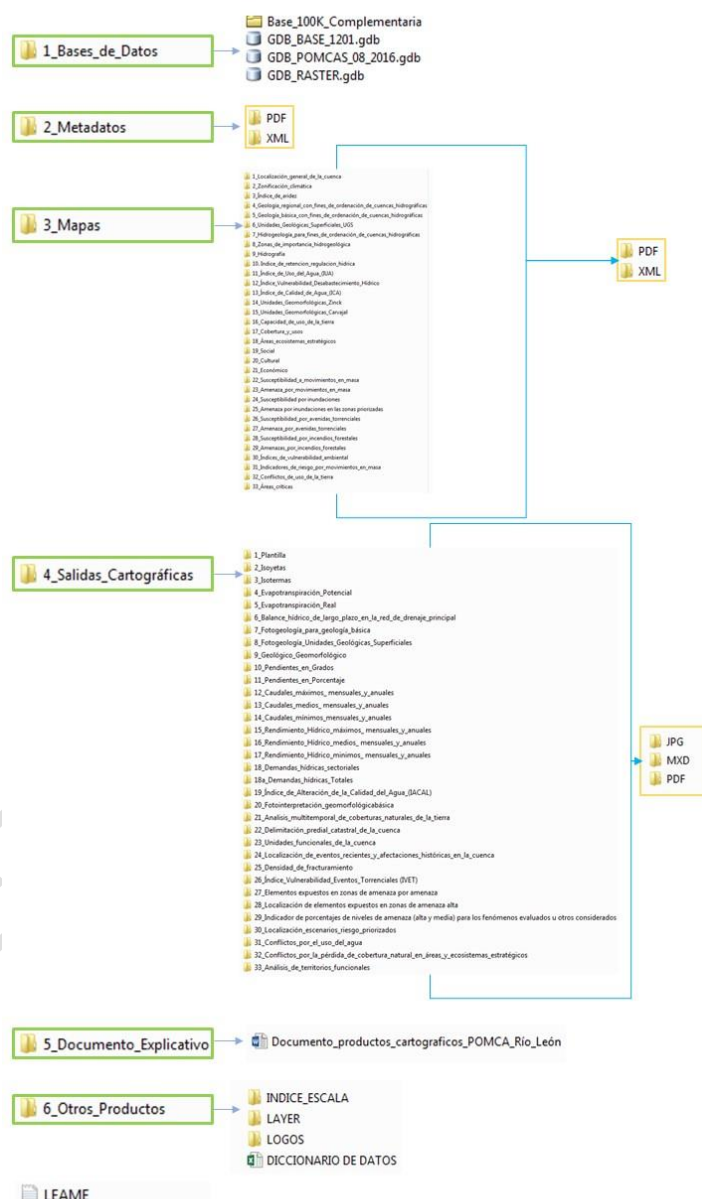
El índice morfométrico se calculó teniendo en cuenta la matriz de relaciones de categorías descritas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, para la metodología ERA. Una vez categorizado tanto el índice morfométrico como el índice de variabilidad (IV), es posible definir (mediante su relación) el Índice de Variabilidad a Eventos Torrenciales (IVET). Finalmente, para zonificar la susceptibilidad se utilizan pruebas lógicas de tipo OR en dónde se seleccionan microcuencas con Índice de Melton mayores a 0.3 y zonas que presenten calificaciones de IVET medias, altas y muy altas. El mapa se presenta en Anexo_Cartografico\3_Mapas\26_Susceptibilidad_por_avenidas_torrenciales.

4 PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS

4.1 FORMATO ENTREGA CARTOGRÁFICA

La entrega cartográfica del POMCA del Río León se presenta en la carpeta de Anexo cartográfico, la cual está organizada como se observa en la Figura 12.

Figura 12. Estructura de organización del Anexo Cartográfico



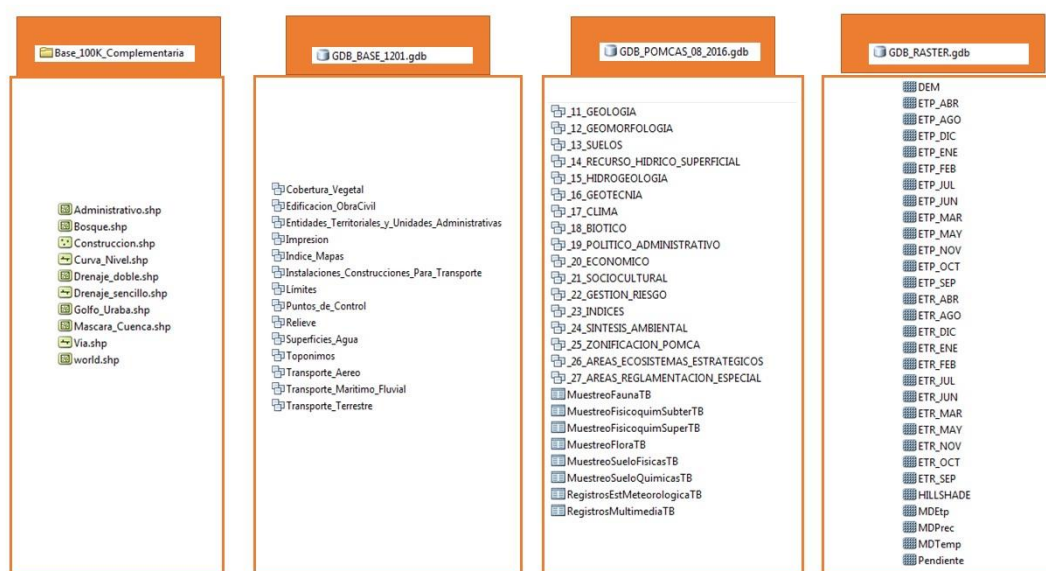
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

En la carpeta bases de datos se presentan las GDB base, temática y de raster (Figura 13) que contienen toda la información vectorial y raster que soporta la entrega cartográfica del

POMCA. Adicionalmente se encuentran los shp de la cartografía base complementaria a escala 1:100.000. Los 33 mapas se encuentran en MXD y PDF, y dependiendo la escala de presentación, se relacionan el número de planchas para cada uno. Las 34 salidas cartográficas están en formato MXD, PDF y JPG. Dentro de la carpeta otros productos se presentan información de apoyo, y el diccionario de datos el cual contiene la descripción de cada uno de los objetos geográficos.

En el Léame se relaciona con detalle, toda la información de organización de las carpetas presentadas, la composición de las mismas, las modificaciones al modelo oficial, los espacios vacíos y la justificación de los mismos. La inclusión de dominios nuevos, el contenido los metadatos, mapas y salidas cartográficas. Adicionalmente presenta la información de topología que se realizó para cada uno de los objetos geográficos de la GDB temática, con las reglas topológicas y los niveles de tolerancia.

Figura 13. Estructura GDB base integrada, temática, raster y base 100.000 para el POMCA Río León



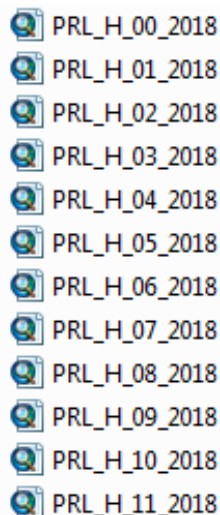
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

4.2 MAPAS Y SALIDAS CARTOGRÁFICAS

Para la codificación de los mapas y salidas cartograficas presentados, se definio las siglas del proyecto Pomca Rio León (PRL), posteriormente las siglas del mapa o la salida, ejemplo el mapa de Zonificación climática (ZC), luego va el numero de planchas que van desde 00 cuando es la leyenda, 01 hasta 11 cuando la escala de presentación es 1:25.000; y finalmente el año. En la

Figura 14 se ve un ejemplo de la codificación usada para los mapas y salidas cartográficas.

Figura 14. Ejemplo de codificación del mapa de Hidrografía



Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

Todos los mapas presentados, tienen una escala de trabajo 1:25.000 excepto 3_Geología regional con fines de ordenación de cuencas hidrográficas, que tienen una escala de elaboración de 1:100.000. El listado de los 33 mapas presentados en el estudio se relaciona a continuación:

Tabla 5. Mapas realizados en el POMCA del Río León

MAPAS
1 Localización general de la cuenca
2 Zonificación climática
3 Índice de aridez
3 Geología regional con fines de ordenación de cuencas hidrográficas
4 Geología básica con fines de ordenación de cuencas hidrográficas
5 Geología para Ingeniería a escala intermedia o de Unidades Geológicas Superficiales –UGS
7 Hidrogeología para fines de ordenación de cuencas hidrográficas
8 Zonas de importancia hidrogeológica
9 Hidrografía
10 Índice de retención y regulación hídrica
11 Índice de Uso del Agua (IUA)
12 Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)
13 Índice de Calidad de Agua (ICA)
14 Geomorfología con criterios edafológicos (Zinck, 1989)
15 Geomorfología con criterios geomorfológicos (Carvajal, 2012; SGC, 2012)
16 Capacidad de uso de la tierra con fines de ordenación de cuencas
17 Cobertura y usos
18 Áreas y ecosistemas estratégicos
19 Social
20 Cultural
21 Económico

MAPAS
22 Susceptibilidad a movimientos en masa
23 Amenaza por movimientos en masa en las áreas críticas de la cuenca
24 Susceptibilidad por inundaciones
25 Amenaza por inundaciones en las zonas priorizadas
26 Susceptibilidad por avenidas torrenciales
27 Amenaza por avenidas torrenciales en las zonas priorizadas
28 Susceptibilidad por incendios forestales o de la cobertura vegetal
29 Amenazas por incendios forestales o de la cobertura vegetal
30 Índices de vulnerabilidad ambiental para las zonas críticas
31 Indicadores de riesgo por movimientos en masa
32 Conflictos de uso de la tierra
33 Áreas críticas

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

El Mapa de vulnerabilidad para incendios forestales no se presenta en el listado, puesto que según comunicación entre ministerio, corporación y la empresa, se aclara que para incendios forestales no existe una metodología para análisis de vulnerabilidad por lo que se acepta una condiciones de vulnerabilidad que integre aspectos sociales de fragilidad y exposición a todos los eventos amenazantes conformando una vulnerabilidad tal para la cuenca, mas no discriminada por este evento.

Las salidas cartográficas que se realizaron para el POMCA del Río León tienen una escala de elaboración de 1:25.000. Se enlistan en la Tabla 6.

Tabla 6. Salidas gráficas realizadas en el POMCA del Río León

SALIDAS GRÁFICAS
1 Plantilla
2 Isoyetas
3 Isotermas
4 Evapotranspiración Potencial
5 Evapotranspiración Real
6 Balance hídrico de largo plazo en la red de drenaje principal
7 Fotogeología para geología básica
8 Fotogeología para Unidades Geológicas Superficiales
9 Geológico – Geomorfológico
10 Pendientes en Grados
11 Pendientes en Porcentaje
12 Caudales máximos mensuales y anuales
13 Caudales medios mensuales y anuales
14 Caudales mínimos mensuales y anuales
15 Rendimiento hídrico máximo anual y mensual
16 Rendimiento hídrico medios anual y mensual
17 Rendimiento hídrico mínimo anual y mensual
18 Demandas hídricas sectoriales
18a Demandas hídricas totales
19 Índice de Alteración de la Calidad del Agua (IACAL)
20 Fotointerpretación geomorfológicabásica a nivel de unidades de terreno
21 Análisis multitemporal de coberturas naturales de la tierra
22 Delimitación predial catastral de la cuenca
23 Unidades funcionales de la cuenca
24 Localización de eventos recientes y afectaciones históricas en la cuenca
25 Densidad de fracturamiento
26 Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET)

SALIDAS GRÁFICAS
27 Elementos expuestos en zonas de amenaza por: inundaciones, avenidas torrenciales, incendios forestales o de la cobertura vegetal y otro tipo de amenazas
28 Localización de elementos expuestos en zonas de amenaza alta para los diferentes tipos de fenómenos evaluados en el POMCA u otros considerados
29 Indicador de porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) para los fenómenos evaluados u otros considerados
30 Localización de los escenarios de riesgo priorizados
31 Conflictos por el uso del agua
32 Conflictos por la pérdida de cobertura natural en áreas y ecosistemas estratégicos
33 Análisis de territorios funcionales

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

4.3 ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para dar cumplimiento al objeto del estudio, la información se almacena conforme al modelo de datos geográfico entregado por parte del Fondo de adaptación. En la Tabla 7 se presenta el modelo de datos usado en el presente estudio, la información que aplica conforme a las características del POMCA y la justificación de la información que no aplica en el estudio.

Tabla 7. Modelo de almacenamiento geográfico para los temáticos.

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
MEDIO FÍSICO		
GEOLOGÍA		
ContactoGeologico	Completo	Sin observación
DatoEstructuralGeol	Completo	Sin observación
DiscontinuidadGeologica	No aplica	Dentro de la cartografía 100,000 no se encontraron puntos asociados a discontinuidad es geológicas, razón por la cual no se almacena esta información
EstructuraFallaLineam	Completo	Sin observación
EstructuraFallaLineam_Regional	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin de evidenciar la información relacionada con los productos previos a la generación de la información Geológica y para dar cumplimiento al alcance técnico.
EstructuraPlieguePT	No aplica	Sin observación
EstructuraPliegueLN	Completo	Sin observación
EstructuraPliegueLN_Regional	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin de evidenciar la información relacionada con los productos previos a la generación de la información Geológica y para dar cumplimiento al alcance técnico.
FotoGeologia	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
MaterialesConstruccionPG	Completo	Sin observación
MaterialesConstruccionPT	Completo	Sin observación
Punto_Control_Campo_Geo	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin de evidenciar la información relacionada con los productos previos a la generación de la información Geológica y para dar cumplimiento al alcance técnico.

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
UnidadFotoGeologica	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
UnidadGeologica	Completo	Para las unidades que pertenecen a la época del Holoceno, la edad es igualmente Holoceno. No existe una división siguiente al mismo.
UnidadGeologicaRegional	Completo	Sin observación
UnidadGeologicaSuperficial	Completo	Sin observación
GEOMORFOLOGÍA		
FotoGeomorfologia	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
GeologicoGeomorfologico	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
UnidadGeomorfologicaGAC	Completo	Sin observación
UnidadGeomorfologicaSGC	Completo	La metodología está dada para caracterizar a nivel de subunidades geomorfológicas (Carvajal, 2011) jerárquicamente las unidades a nivel de componente presenta, mayor detalle que las subunidades geomorfológicas, razón por la cual no se contempla dentro de la interpretación de dichas subunidades.
ProcesoMorfodinamicoPG	Completo	Sin observación
ProcesoMorfodinamicoLN	No aplica	No aplica
ProcesoMorfodinamicoPT	Completo	Sin observación
PendienteGrados	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
Pendiente	Completo	Sin observación
SUELOS		
Suelo	Completo	Sin observación
PuntoMuestreoSuelo	Completo	Sin observación
CapacidadUsoTierra	Completo	Sin observación
RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL		
CuencaHidrografica	Completo	Se adicionaron más campos para referenciar la información de rendimientos hídricos (Ver Léame)
CaptacionAguaSuperPT	Completo	Sin observación
CaptacionAguaSuperLN	No aplica	No aplica
OcupacionCauce	No aplica	No aplica
VertimientoPT	Completo	Sin observación
VertimientoLN	No aplica	No aplica
VertimientoPG	No aplica	No aplica
PuntoMuestreoAguaSuper	Completo	Sin observación
Caudal	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
DemandaHidrica	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
HIDROGEOLOGÍA		

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
UnidadHidrogeologica	Completo	Sin observación
ZonasRecarga	Completo	Sin observación
PuntoHidrogeologico	Completo	Faltan los campos LAR_ETX, N_US_DOM, A_IRRIG_ha, T_AGROIND, N_ANIM porque no aplican.
GEOTECNIA		
PuntoHidrogeologico	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
ZonificacionGeotecnica	Completo	Sin observación
CLIMA		
EstacionMeteorologica	Completo	Sin observación
Isoyeta	Completo	La topología para este feature class se realizó por aparte para cada mes, debido a que esta compilado es un solo shp y por ende presenta intersecciones entre líneas.
Isoterma	Completo	La topología para este feature class se realizó por aparte para cada tipo de información (máximos, medios y mínimos) debido a que esta compilado es un solo shp y por ende presenta intersecciones entre líneas.
ZonificacionClimatica	Completo	Sin observación
Evapotranspiración	Completo	Sin observación
BalanceHidrico	Completo	Sin observación
Caudal_BalanceH	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
MEDIO BIÓTICO		
BIÓTICO		
CoberturaTierra_UsoActual	Completo	Se adicionan dominios para los campos Dom_Subclas_Cober y Dom_Nivel5_Cober (ver Léame)
PuntoMuestreo_AvistamientoFauna	Completo	Sin observación
PuntoMuestreoFlora	Completo	Sin observación
SitiolImportanciaContinental	Completo	Sin observación
Multitemporal	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó con el fin dar cumplimiento al alcance técnico.
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
POLÍTICO ADMINISTRATIVO		
Municipio	Completo	Sin observación
Vereda	Completo	Sin observación
Asentamiento	Completo	No se cuenta con toda la información de manera oficial para completar los siguientes campos: FEC_CHARACTER, FUENTE_INF, METO_RECOL, HABITANTES, POBLA_ASEN, POBLA_DESPACT_ECONO, ORGANIZA, EMPRE_PROD, PROY_PROGR, CENT_SERV, P_PROD_TEC, MERC_LABOR, USO_RE_NAT, INST_PART, NIVEL_REL_1, NOM_REL_1, T_REL_APRV_1, T_REL_ECON_1, GRAD_REL, GRAD_ATTRAC.

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
Departamento	Completo	Sin observación
Corporación	Completo	Sin observación
ECONÓMICO		
InfraestructuraLN	Completo	No se cuenta con la información de: EPOCA_USO, INT_CULT, TIPODISEÑO, ANCHO_BANC, TALUDES, VOL_MOVCOR, VOL_MOVREL, ANCHO_ZOPR, LONG_ZOPR, PROF_ZOPR, DIST_ZOPR
InfraestructuraPT	Completo	Sin observación
RutaMovilizacion	Completo	Sin observación
EstructuraPropiedad	Completo	Sin observación
FormaTenencia	Completo	El campo Tenencia <<TENENCIA >> y Tipo de tenencia <<TIPOTENEN >> no se almacena, ya que no se cuenta con la información oficial para la clasificación.
SOCIOCULTURAL		
ProyeccionDesarrollo	No se presenta	No se registró información en forma de polígono, solo de punto.
ProyeccionDesarrolloPT	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	La información presentada tiene una característica puntual, se generó este feature class con la misma estructura de ProyeccionDesarrollo.
Reserva Indígena	Completo	Sin observación
SabanaComunal	No aplica	No aplica
ReservaCampesina	No aplica	No aplica
GESTIÓN DEL RIESGO		
AmenazaDesertizacion	No se presenta	Para la zona de estudio no se presentan terrenos con problemas de pérdida de productividad biológica o económica, o climas secos que permitan procesos de desertización por lo que no se presentan elementos para este componente, de igual manera no se contempla información secundaria para la construcción del mismo.
AmenazaErosionCostera	No se presenta	La cuenca hidrográfica objeto de estudio no contempla información secundaria para la construcción de la misma.
AmenazaOtras	No se presenta	Dentro de la caracterización de los eventos amenazantes para la cuenca de estudio no se diagnosticó otro tipo de eventos de amenaza de origen socio - natural que no estuvieran contemplado dentro de la estructura del POMCA.
AmenazaSismica	No se presenta	Según la temática no presenta información relevante para este componente.
AmenazaTsunami	No se presenta	La cuenca hidrográfica del río León dada su posición geográfica y el análisis de eventos históricos amenazantes el área de estudio no reporta dentro de su información secundaria este tipo de amenazas.
AmenazaVolcanica	No se presenta	Dentro de la caracterización de amenazas geológicas y dado el ambiente genético de las rocas presentes en la zona de estudio, no se encontraron eventos relacionados a erupciones volcánicas.

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
ElementosExpuestosPT	Completo	Sin observación
ElementosExpuestosLN	Completo	Sin observación
ElementosExpuestosPG	Completo	Sin observación
EscenAmenAvenTorren	Completo	Sin observación
EscenAmenIncendio	Completo	Sin observación
EscenAmenInunda	Completo	Sin observación
EscenAmenMovMasa	Completo	Sin observación
EscenRiesgoAvenTorren	Completo	Sin observación
EscenRiesgoIncendio	Completo	Sin observación
EscenRiesgoInundacion	Completo	Sin observación
EscenRiesgoMovMasa	Completo	Sin observación
Eventos_PT	Completo	Sin observación
Eventos_PG	No se presenta	Corresponde al mapa de elementos expuestos tipo punto cartografiados a partir de la información recopilada a través de estudios locales y regionales. En la cuenca hidrográfica del Río León no se tuvo en cuenta información tipo polígono al ser redundante con otros elementos mejor cartografiados y descritos.
Suscept_AvenTorren	Completo	Sin observación
Suscept_Incendios	Completo	Sin observación
Suscept_Inundaciones	Completo	Sin observación
Suscept_MovMasa	Completo	Sin observación
Vulnerabilidad_PT	No se presenta	La metodología empleada para el cálculo de vulnerabilidad según el protocolo de gestión de riesgo se hizo como zonificación por lo que el elemento de tipo línea no aplica.
Vulnerabilidad_LN	No se presenta	La metodología empleada para el cálculo de vulnerabilidad según el protocolo de gestión de riesgo se hizo como zonificación por lo que el elemento de tipo línea no aplica.
Vulnerabilidad_PG	Completo	Sin observación
ZonasHomogeneasCentrosPoblados	Completo	Sin observación
ZonasHomogeneasRurales	Completo	Sin observación
ÍNDICES		
IndicadorVegRemanente	Completo	Sin observación
Indicador_GR	No aplica	No aplica
Indicador_RH	No aplica	No aplica
Indicador_SE	No aplica	No aplica
IndicadorTasaCambio	Completo	Sin observación
IndicadorPresionDemog	Completo	Sin observación
IndiceAmbienteCritico	Completo	Sin observación

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
IndiceEstadoActCoberNat	Completo	Sin observación
IndiceCalidadAguaHumedo	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó debido a las características de la información presentada, se generó este feature class con la misma estructura de IndiceCalidadAgua.
IndiceCalidadAguaSeco	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó debido a las características de la información presentada, se generó este feature class con la misma estructura de IndiceCalidadAgua.
IndiceAltPotCalidadAguaMedio	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó debido a las características de la información presentada, se generó este feature class con la misma estructura de IndiceAltPotCalidadAgua.
IndiceAltPotCalidadAguaSeco	Modificación al modelo – Nuevo Feature class	Se creó debido a las características de la información presentada, se generó este feature class con la misma estructura de IndiceAltPotCalidadAgua.
IndiceRetencionRegHidrica	Completo	Sin observación
IndiceAridez	Completo	Sin observación
IndiceUsoAguaSuperf	Completo	Sin observación
IndiceVulnerabDesabastHidrico	Completo	Sin observación
IndiceVulnerabEventTorren	Completo	Sin observación
IndiceExposición	Completo	Sin observación
IndiceFragilidad	Completo	Sin observación
IndiceResiliencia	Completo	Sin observación
ÍndiceFragmentacion	Completo	Sin observación
SÍNTESIS AMBIENTAL		
AreasCriticas	Completo	Sin observación
ConflictoPerdidaCoberturasNaturales	Completo	Sin observación
ConflictoUsoSuelo	Completo	Sin observación
ConflictoUsoAgua	Completo	Sin observación
ZONIFICACIÓN AMBIENTAL		
Zambiental_Paso1_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
Zambiental_Paso2_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
Zambiental_Paso3_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
Zambiental_Paso4_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
Zambiental_Paso5_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
		consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
ZonificacionAmbiental_POMCAS	No aplica	La zonificación ambiental del POMCA se presenta en la etapa de prospectiva, por consiguiente, para el diagnóstico este Dataset se encuentra sin información.
ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS		
AECC_AICAS	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AECC_ReservaBiosfera	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AECC_PatrimonioMundial	Completo	Sin observación
AECC_RAMSAR	Completo	Sin observación
AECC_ClaseSuelo	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AECC_ReservaForestalLey2	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AIA_EcoEstrat_Paramo	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AIA_EcoEstrat_Humedal	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
AIA_Otras_Areas	Completo	Sin observación
RUNAP	Completo	Sin observación
SINAP_AreasRecreacion	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
SINAP_DistritoConservacionSuelos	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
SINAP_DistritoManejoIntegrado	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
SINAP_PNN100K	Completo	Sin observación
SINAP_ReservaForestalProtectora	Completo	Sin observación
SINAP_ReservaNaturalSociedadCivil	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
ÁREAS REGLAMENTACIÓN ESPECIAL		
ResguardoIndigena	Completo	Sin observación
SitioInteresCultural	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
TerritColectComNegras	Completo	Sin observación
ZonaArqueologica	No aplica	No se encuentra esta información dentro de la cuenca del Río León.
TABLAS		
MuestreoSueloQuimicasTB	Completo	No se obtuvo esta información en los análisis de suelos debido a que son observaciones de campo, por lo tanto no aplica, de los siguientes campos: CO, MO, NTotal, CaCo3, FOSFORO, CICA, CICE, CICV, BT, Ca, Mg, K, Na, Al, SCa, SMg, SK, SNa, Sal, SBA, SBE, Ca_Mg, Mg_K, Ca_K, Ca_Mg_K, CICA_Ar, COND_ELEC, PSI, SAR.

FEATURE CLASS / TABLA	GDB_POMCAS	OBSERVACIONES
MuestreoSueloFisicasTB	Completo	No se obtuvo esta información en los análisis de suelos debido a que son observaciones de campo, por lo tanto no aplica, de los siguientes campos: ARENA, LIMO, ARCILLA, DENS_APARE, DENS_REAL, MACROPOR, MICROPOR, TOTAL_POR, SAT_HUMED, H_10_kPa, H_30_kPa, H_100_kPa, H_500_kPa, H_1000_kPa, H_1500_kPa, HUM_APRO, LIMI_LIQ, LIMI_PLAS, IND_PLAST, COLE.
MuestreoFisicoquimSuperTB	Completo	Sin observación
MuestreoFisicoquimSubterTB	Completo	Sin observación
RegistrosEstMeteorologicaTB	Completo	Sin observación
MuestreoFloraTB	Completo	Sin observación
MuestreoFaunaTB	Completo	Sin observación
RegistrosMultimediaTB	No aplica	No aplica

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2018

5 BIBLIOGRAFÍA

- IDEAM. (Diciembre de 2010). *ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA*. Recuperado el 1 de Enero de 2017, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales : <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/021888.htm>
- Chuvieco, E. (2007). *Fundamentos de Teledetección Ambiental*. Madrid.
- Feranec, J. S. (2012). Land Cover and Its Change in Europa: 1990 - 2006. *Remote Sensing of Land Use and Land Cover*, 285 - 302.
- Gómez, O. P. (2005). *Environmental Accounting*. Barcelona: European Environmet Agency.
- IDEAM. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua*. Recuperado el 10 de Enero de 2017, de Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales.: [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022653/DocumentoMARCO CONCEPTUAL.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022653/DocumentoMARCO%20CONCEPTUAL.pdf)
- IDEAM, J. Rodríguez, V. Peña. (2013). *Análisis de Dinámicas de Cambio de las Coberturas de la Tierra en Colombia, Escala 1:100.000 Periodos 2000-2002 y 2005-2009*. Bogotá: IDEAM.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (04 de Junio de 2014). Guia Tecnica para la Formulacion de los Planes de Ordenacion y Manejo de Cuencas Hidrigraficas POMCAS. Anexo A. *Diagnostico* . Recuperado el 10 de Enero de 2017