

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL TÍTULO MINERO 6823



CAPÍTULO 5.2. MEDIO BIÓTICO

Rev. 0

Noviembre 2021



TABLA DE CONTENIDO

5.2. MEDIO BIÓTICO

5.2.1. Ecosistemas.

5.2.1.1. Grandes biomas y biomas.

5.2.1.2. Coberturas de la Tierra.

5.2.1.2.1. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (122-Rv).

5.2.1.2.2. Zonas de extracción minera (131-Zem).

5.2.1.2.3. Pastos limpios (231-Pl).

5.2.1.2.4. Pastos arbolados (232-Pa).

5.2.1.2.5. Pastos enmalezados (233-Pe).

5.2.1.2.6. Bosque ripario y/o de galería (314-Bg).

5.2.1.2.7. Vegetación secundaria alta (3231-Vsa).

5.2.1.2.8. Tierras desnudas y degradadas (333-Tdd).

5.2.1.3. Ecosistemas terrestres presentes en el área de estudio.

5.2.1.4. Zonas de vida.

5.2.1.5. Caracterización de la vegetación-Flora.

5.2.1.5.1. Proceso metodológico

Diagnóstico de la regeneración natural (RN)

5.2.1.5.2. Premuestreo.

5.2.1.5.3. Superficie por unidades de cobertura.

5.2.1.5.4. Localización de puntos de muestreo y censo.

5.2.1.5.5. Representatividad del muestreo.

5.2.1.5.6. Caracterización de la vegetación presente en el Bioma Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

5.2.1.5.7. Caracterización de la vegetación presente en el Bioma Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande.

5.2.1.5.8. Análisis de diversidad

5.2.1.5.9. Biomasa -Carbono

5.2.1.5.10. Especies con alguna categoría de amenaza, endemismo y/o veda.

5.2.1.5.11. Especies de flora en veda vascular y no vascular

5.2.1.5.11.1. Metodología.

- 5.2.1.5.11.2. Resultados generales Especies Vasculares.
- 5.2.1.5.11.3. Resultados generales Especies Vasculares.
- 5.2.1.5.11.4. Resultados por cobertura.
- 5.2.1.4.13. Análisis de fragmentación.
 - 5.2.1.4.13.1. Configuración del paisaje.
 - 5.2.1.4.13.2. Métricas a nivel de clase.
 - 5.2.1.4.13.3. Métricas a nivel de paisaje
 - 5.2.1.4.13.4. Índice de fragmentación (índice de vegetación remanente)
 - 5.2.1.4.13.5. Conectividad de las unidades naturales del paisaje
- 5.2.2. Fauna.
 - 5.2.2.1. Contexto regional.
 - 5.2.2.1.1. Metodología.
 - 5.2.2.1.2. Resultados.
 - 5.2.2.1.2.1. Herpetofauna.
 - 5.2.2.1.2.2. Aves.
 - 5.2.2.1.2.3. Mamíferos.
 - 5.2.2.2. Área de Influencia.
 - 5.2.2.2.1. Aves.
 - 5.2.2.2.1.1. Metodología de muestreo.
 - 5.2.2.2.2. Herpetofauna.
 - 5.2.2.2.2.1. Metodología de muestreo.
 - 5.2.2.2.2.2. Resultados para anfibios.
 - 5.2.2.2.2.3. Resultados para reptiles.
 - 5.2.2.2.3. Mamíferos.
 - 5.2.2.2.3.1. Metodología de muestreo
 - 5.2.2.2.3.2. Resultados.
 - 5.2.2.3. Ecosistemas Acuáticos.
 - 5.2.1.2.1. Metodología.
 - 5.2.1.2.1.1. Fase de campo.

- 5.2.1.2.1.2. Fase de laboratorio.
- 5.2.1.2.1.3. Fase de análisis.
- 5.2.1.2.2. Análisis y resultados época seca
 - 5.2.1.2.1.1. Fito y Zooplancton.
 - 5.2.1.2.1.2. Macroinvertebrados bentónicos.
 - 5.2.1.2.1.3. Perifiton.
 - 5.2.1.2.1.1.4. Macrófitas.
 - 5.2.1.2.1.5. Ictiofauna.
 - 5.2.1.2.1.6. Análisis de diversidad.
 - 5.2.1.2.1.7. Resultados de toxicología.
- 5.2.1.2.2. Análisis y resultados época húmeda
 - 5.2.1.2.2.1. Macroinvertebrados bentónicos.
 - 5.2.1.2.2.2. Perifiton.
 - 5.2.1.2.2.3. Ictiofauna.
- 5.2.2.4. Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas.
 - 5.2.2.4.1. Áreas protegidas.
 - 5.2.2.4.2. Otros instrumentos de ordenación.
 - 5.2.2.4.3. Ecosistemas estratégicos.
 - 5.2.2.4.4. Prioridades de conservación PNN.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Grandes biomas y biomas presentes en el Área de Influencia Biótica
 - Figura 2. Coberturas de la Tierra presentes en el Área de Influencia Biótica
 - Figura 3. Zona de vida presente en el Área de Influencia Biótica
 - Figura 4. Proceso metodológico de la caracterización de Flora en el Área de Influencia Biótica.
 - Figura 5. Forma y tamaño de las parcelas de muestreo de vegetación. En azul para fustales, rojo para latizales y verde para brinzales.
 - Figura 6. Forma de medir el CAP según las condiciones del terreno y las características del fuste
 - Figura 7. Curva de acumulación de especies del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical
-

Chaparral.

Figura 8. Curva de acumulación de especies de la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral.

Figura 9. Curva de acumulación de especies de los pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral.

Figura 10. Curva de acumulación de especies de las tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 11. Curva de acumulación de especies del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima.

Figura 12. Curva de acumulación de especies de la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima.

Figura 13. Curva de acumulación de especies de los pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima.

Figura 14. Curva de acumulación de especies de los pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima.

Figura 15. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en el Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 16. Distribución por clases diamétricas para el bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 17. Distribución por clases altimétricas para el Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 18. Diagrama de dispersión de Ogawa para bosque de galería del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 19. Estratos de la vegetación para el bosque de galería del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 20. Perfil de vegetación para el bosque de galería del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 21. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 22. Distribución por clases diamétricas de Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 23. Distribución por clases altimétricas de la cobertura Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 24. Diagrama de dispersión de Ogawa para pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 25. Estratos de la vegetación para pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 26. Perfil de vegetación para pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 27. Perfil de vegetación para en pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 28. Perfil de vegetación para en tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 29. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en el Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 30. Distribución por clases diamétricas para la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 31. Distribución por clases altimétricas para la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 32. Diagrama de dispersión de Ogawa para vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 33. Estratos de la vegetación para el Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 34. Perfil de vegetación para el Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Figura 35. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en el Bosque de galería y ripario Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 36. Clases diamétricas del Bosque de galería y ripario del Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 37. Clases altimétricas del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 38. Diagrama de dispersión de Ogawa para bosque de galería del Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 39. Estratos de la vegetación para el bosque de galería del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 40. Perfil de vegetación para el bosque de galería Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 41. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 42. Clases diamétricas para los Pastos arbolados del Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 43. Clases altimétricas para los Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 44. Diagrama de dispersión de Ogawa para pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 45. Estratos de la vegetación para pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 46. Perfil de vegetación para pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 47. Perfil de vegetación para en pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 48. Abundancia, Dominancia y Frecuencia de las especies presentes en el Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 49. Clases diamétricas de la Vegetación secundaria alta del Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 50. Clases altimétricas de la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 51. Diagrama de dispersión de Ogawa para vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 52. Estratos de la vegetación para el Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande

Figura 53. Perfil de vegetación para el Vegetación secundaria alta Zonobioma alternohigrico tropical Tolima Grande

Figura 54. Perfil de vegetación para en pastos limpios

Figura 55. Zonificación del Forofito para epífitas vasculares y no vasculares

Figura 56. Riqueza de familias, géneros y especies de los grupos vegetales vasculares registrados

Figura 57. Curva de acumulación de especies vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en el área de influencia

Figura 58. Abundancia de especies vasculares en veda por hábito de crecimiento.

Figura 59. Riqueza de familias, géneros y especies de los grupos vegetales no vasculares registrados

Figura 60. Curva de acumulación de especies no vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en el área de influencia

Figura 61. Abundancia de no vasculares por grupo vegetal.

Figura 62. Abundancia de especies no vasculares en veda por hábito de crecimiento.

Figura 63. Abundancia de especies no vasculares en las zonas del forofito

Figura 64. Curva de acumulación de especies vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en Vegetación secundaria alta

Figura 65. Curva de acumulación de especies no vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en Vegetación secundaria alta.

Figura 66. Curva de acumulación de especies no vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en Bosque de galería y ripario

Figura 67. Curva de acumulación de especies no vasculares obtenida para el total de los muestreos realizados en Pastos arbolados

Figura 68. Escenario 1: Coberturas de la tierra 2018.

Figura 69. Escenario 2: Coberturas de la tierra 2021.

Figura 70. Conectividad para el área de influencia (2018).

Figura 71. Conectividad para el área de influencia (2021).

Figura 72. Riqueza de especies por orden de anfibios asociados a la región del proyecto

Figura 73. Riqueza de especies por familias de anuros asociadas a la región del proyecto.

Figura 74. Riqueza de especies para los tres órdenes de reptiles asociados a la región del proyecto.

Figura 75. Riqueza de especies por familias de Squamata (Serpientes y lagartos).

Figura 76. Porcentaje de riqueza por orden para las aves de probable presencia en el contexto regional del proyecto mina la Esmeralda -Título 6823-

Figura 77. Riqueza de aves por familia de probable presencia en el contexto regional del proyecto mina La Esmeralda -Título 6823-

Figura 78. Riqueza de mamíferos a nivel de orden para el Contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-

Figura 79. Riqueza de mamíferos a nivel de familia para el Contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-

Figura 80. Curva de acumulación de especies de aves del AIB del Proyecto

Figura 81. Riqueza de especies para los órdenes de aves en el AIB del proyecto

Figura 82. Riqueza de especies para las familias de aves en el AIB del proyecto

Figura 83. Abundancia de las especies de aves con mayor número de individuos en el AIB

Figura 84. Cluster de similitud Bray-Curtis entre los hábitats con presencia de aves en el AIB del proyecto.

Figura 85. Número de especies por tipo de hábitat para las aves del AIB del proyecto

Figura 86. Curva de acumulación de especies de anfibios.

Figura 87. Análisis de diversidad beta para anfibios por cobertura.

Figura 88. Riqueza de anfibios por hábitat en el área de influencia.

Figura 89. Curva de acumulación de especies de reptiles para el área de influencia.

Figura 90. Análisis de diversidad beta para reptiles por hábitat.

Figura 91. Riqueza de reptiles por hábitat.

Figura 92. Curva de acumulación de especies de mamíferos del área de influencia biótica del Proyecto

Figura 93. Riqueza de mamíferos a nivel de orden presentes en el área de influencia biótica del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-

Figura 94. Especies de mamíferos que presentaron la mayor abundancia en el área de influencia biótica del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-

Figura 95. Cluster de similitud Bray-Curtis entre los hábitats con presencia de mamíferos en el área de influencia del Proyecto

Figura 96. Riqueza de especies de mamíferos por gremio trófico para el área de influencia del Proyecto

Figura 97. Asociación de las especies de mamíferos con el hábitat en el área de influencia biótica del Proyecto

Figura 98. Registro Fotográfico – FQ 6 DRENAJE EL SALADO Temporada seca

Figura 99. Registro Fotográfico – FQ 7. AFLUENTE ZANJÓN LOS HUILOS Temporada seca

Figura 100. Registro Fotográfico – FQ 8. ZANJÓN LOS HUILOS Temporada seca

Figura 101. Registro Fotográfico – FQ 9. PIT DE EXPLOTACIÓN Temporada seca

Figura 102. Registro Fotográfico – FQ1 (R. Coello aguas arriba) Temporada húmeda

Figura 103. Registro Fotográfico – FQ2 (R. Coello intermedio) Temporada húmeda

Figura 104. Registro Fotográfico – FQ3 (Rio Coello Intermedio 2) Temporada húmeda

Figura 105. Registro Fotográfico – FQ6 (El Salado) Temporada húmeda

- Figura 106. Registro Fotográfico – FQ7 (Afluente Zanjón Los Huilos) Temporada húmeda
- Figura 107. Registro Fotográfico – FQ8 (Zanjón Los Huilos) Temporada húmeda
- Figura 108. Registro Fotográfico – FQ 9. PIT DE EXPLOTACIÓN Temporada húmeda
- Figura 109. Ubicación específica de los piezómetros monitoreados en Temporada seca – proyecto mina La Esmeralda
- Figura 110. Ubicación general de los piezómetros monitoreados en Temporada seca – proyecto mina La Esmeralda
- Figura 111. Ubicación específica de las fuentes superficiales monitoreadas en Temporada húmeda – proyecto mina La Esmeralda
- Figura 112. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 113. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 114. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en temporada húmeda.
- Figura 115. Análisis de correspondencia canónica con los parámetros in situ en temporada húmeda de la comunidad bentónica
- Figura 116. Abundancia de perifiton en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 117. Riqueza de perifiton en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 118. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos en la comunidad de perifiton en temporada húmeda.
- Figura 119. Análisis de correspondencia canónica con los parámetros in situ en temporada húmeda de la comunidad perifítica
- Figura 120. Abundancia de ictiofauna en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 121. Riqueza de ictiofauna en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 122. Abundancia relativa de ictiofauna en los puntos de muestreo en temporada húmeda.
- Figura 123. Clasificación de áreas y ecosistemas estratégicos.
- Figura 124. Zona del proyecto en relación al área RUNAP más cercana.
- Figura 125. Distribución de POMCAS dentro del área de influencia biótica y área de intervención
- Figura 126. Clasificación del suelo dentro del EOT del municipio de San Luis (2001).
- Figura 127. Distribución geográfica de la zonificación en la jurisdicción del POMCA del río Coello.
- Figura 128. Distribución geográfica de zonificación del POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena en el área de influencia biótica.
- Figura 129. Rondas hídricas presentes dentro del área de influencia biótica y la huella del proyecto.
- Figura 130. Ecosistemas estratégicos cercanos al área de influencia biótica.
- Figura 131. Recargas según Turc donde las zonas de mayor valor se encuentran en el costado izquierdo (cercano a la zona de páramos) y las de menor valor en el costado derecho. En la zona centro norteoccidental se encuentra el área del proyecto, en un sector de baja disponibilidad de agua.
-

Figura 132. Distribución de zonas de recarga por infiltración de agua de lluvia dentro del área de estudio.

Figura 133. Inventario de infraestructuras hidráulicas del POMCA río Coello.

Figura 134. Zonas de recarga dentro del área de estudio

Figura 135. Áreas prioritarias de conservación en relación a la zona del proyecto, CONPES 3680 (NorAndina Valle Magdalena Orobiomas bajos de los Andes). Fuente: Tomada y adaptada. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Prioridades de Conservación Nacional (2010).

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grandes Biomas y Biomas en Área de Influencia Biótica

Tabla 2. Coberturas de la Tierra presentes en el Área de Influencia Biótica.

Tabla 3. Área (ha) de los ecosistemas terrestres presentes en el Área de Influencia Biótica.

Tabla 4. Unidades de muestreo para cada una de las categorías evaluadas

Tabla 5. Parámetros utilizados para describir estructura de la vegetación

Tabla 6. Substratos por altura ascendente

Tabla 7. Índices de diversidad de las especies

Tabla 8. Rangos y criterios para los índices de Margalef, Shannon y Simpson

Tabla 9. Estadígrafos estimados en cada estrato (coberturas)

Tabla 10. Estadígrafos estimados para la población total

Tabla 11. Número total de parcelas para el Área de Influencia Biótica-ejemplo Bosque de galería y ripario

Tabla 12. Número de parcelas (n0) según probabilidad para valores estándar de varianza

Tabla 13. Tamaño de la muestra definido para el estudio de la cobertura Inicialmente

Tabla 14. Número de parcelas realizadas por cobertura en cada bioma para el Área de Influencia Biótica.

Tabla 15. Estadísticos para la totalidad de los estratos identificados dentro del universo muestral del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral.

Tabla 16. Error de muestreo para el conjunto de los estratos del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral.

Tabla 17. Error de muestreo para el estrato de bosque de galería del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Tabla 18. Error de muestreo para el estrato vegetación secundaria o en transición del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Tabla 19. Estadísticos para la totalidad de los estratos identificados dentro del universo muestral del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande.

- Tabla 20. Error de muestreo para el conjunto de los estratos del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande.
- Tabla 21. Error de muestreo para el estrato de bosque de galería del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande
- Tabla 22. Error de muestreo para el estrato de vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima
- Tabla 23. Composición florística de la cobertura de Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 24. Abundancia, frecuencia, dominancia e IVI del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 25. Límites de las clases diamétricas del Bosque de galería y ripario
- Tabla 26. Límites de las clases altimétricas del Bosque de galería y ripario
- Tabla 27. Categoría de tamaño, abundancia, frecuencia y regeneración natural del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 28. Especies rasantes o herbáceas presentes en el Bosque de galería y ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 29. Composición florística de la cobertura Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 30. Abundancia, frecuencia y dominancia de fustales de Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 31. Límites para las clases diamétricas de los pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 32. Límites de las clases altimétricas para los Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 33. Abundancia, categoría de tamaño y frecuencia de la regeneración natural de Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 34. Composición florística de la cobertura Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 35. Especies rasantes o herbáceas presentes en pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 36. Composición florística de la cobertura Tierras desnudas y/o degradadas del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 37. Especies rasantes o herbáceas presentes en Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 38. Composición florística de la cobertura de Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 39. Abundancia, frecuencia y dominancia de fustales de Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral
- Tabla 40. Límites de las clases diamétricas para la Vegetación secundaria alta
- Tabla 41. Límites de las clases altimétricas de la cobertura Vegetación secundaria
- Tabla 42. Abundancia, categoría de tamaño y frecuencia de la regeneración natural para la Vegetación secundaria alta
-

del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Tabla 43. Especies rasantes o herbáceas presentes en Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral

Tabla 44. Composición florística de la cobertura de Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima

Tabla 45. Abundancia, frecuencia y dominancia para el Bosque de galería y ripario del Zonobioma alternohígrico tropical Tolima Grande

Tabla 46. Límites de las clases diamétricas del Bosque de galería y ripario

Tabla 47. Límites de las clases altimétricas para el Bosque de galería y ripario

Tabla 48. Abundancia, frecuencia, categoría de tamaño de la regeneración natural del Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 49. Especies rasantes o herbáceas presentes en el Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 50. Composición florística de la cobertura de Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico tropical Tolima Grande

Tabla 51. Abundancia, frecuencia y dominancia para los Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 52. Límites de las clases diamétricas para los pastos arbolados

Tabla 53. Límites de las clases altimétricas para los pastos arbolados

Tabla 54. Abundancia, frecuencia y categoría de tamaño de la regeneración natural de los pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 55. Composición florística de la cobertura de Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 56. Especies rasantes o herbáceas presentes en pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 57. Composición florística de la cobertura Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 58. Abundancia, frecuencia y dominancia para la Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 59. Límites para las clases diamétricas para la vegetación secundaria alta.

Tabla 60. Límites de las clases altimétricas de la vegetación secundaria

Tabla 61. Abundancia, frecuencia y categoría de tamaño de la regeneración natural para la vegetación secundaria del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima Grande

Tabla 62. Especies rasantes o herbáceas presentes en Vegetación secundaria alta del Zonobioma alternohígrico tropical Tolima Grande

Tabla 63. Composición florística de la cobertura pastos limpios

Tabla 64. Índices de diversidad para las coberturas por cada bioma

Tabla 65. Volumen, biomasa, Carbono por cobertura y bioma

Tabla 66. Especies con alguna categoría de amenaza, endemismo y/o veda en el Área de Influencia Biótica

Tabla 67. Criterios de selección de forófitos

Tabla 68. Unidades de muestreo realizados por tipo de coberturas para las especies para las especies vasculares y no vasculares en el polígono

Tabla 69. Composición de especies vasculares registradas en el área de influencia.

Tabla 70. Riqueza esperada y estimada para los levantamientos de flora vascular en veda en el área de influencia.

Tabla 71. Abundancia y frecuencia de especies vasculares registradas en el área de influencia.

Tabla 72. Estado de conservación de las especies vasculares registradas para el área de influencia del proyecto.

Tabla 73. Composición de especies no vasculares registradas en el área de influencia.

Tabla 74. Riqueza estimada para los levantamientos de flora no vascular en veda en el área de influencia.

Tabla 75. Abundancia y frecuencia de especies no vasculares registradas en el área de influencia.

Tabla 76. Estratificación vertical de las epífitas no vasculares en el área de influencia

Tabla 77. Preferencia de forófitos de las epífitas no vasculares en el área de influencia

Tabla 78. Estado de conservación de las especies no vasculares registradas para el área de influencia del proyecto.

Tabla 79. Abundancia y frecuencia de vasculares en vegetación secundaria alta

Tabla 80. Riqueza estimada para los levantamientos de flora vascular en veda en la cobertura de Vegetación secundaria alta.

Tabla 81. Abundancia y frecuencia de no vasculares en Vegetación secundaria alta.

Tabla 82. Riqueza estimada para los levantamientos de flora no vascular en veda en la cobertura de Vegetación secundaria alta.

Tabla 83. Abundancia y frecuencia de vasculares en Bosque de galería y ripario.

Tabla 84. Abundancia y frecuencia de no vasculares en Bosque de galería y ripario.

Tabla 85. Riqueza estimada para los levantamientos de flora no vascular en veda en la cobertura de Bosque de galería y ripario

Tabla 86. Abundancia y frecuencia de vasculares en Pastos arbolados.

Tabla 87. Abundancia y frecuencia de no vasculares en Pastos arbolados.

Tabla 88. Riqueza estimada para los levantamientos de flora no vascular en veda en la cobertura de Pastos arbolados

Tabla 89. Abundancia y frecuencia de no vasculares en Red Vial.

Tabla 90. Abundancia y frecuencia de vasculares en Tierras desnudas y degradadas

- Tabla 91. Abundancia y frecuencia de no vasculares en Tierras desnudas y degradadas
- Tabla 92. Configuración del paisaje en el Área de Influencia Biótica.
- Tabla 93. Métricas del borde para el Área de Influencia Biótica.
- Tabla 94. Forma de los parches para el área de influencia.
- Tabla 95. Índice de agregación de los parches para el área de influencia.
- Tabla 96. Diversidad del paisaje en el área de influencia.
- Tabla 97. Índice de vegetación remanente para el área de influencia.
- Tabla 98. Grados de conectividad para el Área de Influencia Biótica.
- Tabla 99. Especies de anfibios en categorías de amenaza presentes en la región del proyecto.
- Tabla 100. Especies de reptiles en categoría de amenaza presentes en la región del proyecto
- Tabla 101. Listado de especies de reptiles endémicos en la región del proyecto.
- Tabla 102. Especies de aves de importancia en el contexto regional del proyecto mina la Esmeralda -Título 6823
- Tabla 103. Especies de mamíferos en el Contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823- encontrados en alguna categoría de amenaza o apéndices CITES.
- Tabla 104. Tipos de hábitat de fauna con relación a las coberturas vegetales presentes en el área de influencia.
- Tabla 105. Puntos de ubicación de redes de niebla de aves en el AIB del proyecto
- Tabla 106. Ubicación y longitud de transectos de monitoreo de aves en el AIB del proyecto
- Tabla 107. Esfuerzo de muestreo para las técnicas utilizadas en el muestreo de aves del AIB
- Tabla 108. Índices de diversidad alfa para aves por tipo de hábitat en el AIB del proyecto
- Tabla 109. Especies de aves incluidas en apéndices CITES
- Tabla 110. Especies de aves con distribución endémica o casi endémica
- Tabla 111. Especies de aves migratorias en el AIB
- Tabla 112. Listado de recorridos de muestreo (Tracks) realizados para la caracterización de herpetofauna en el área de influencia.
- Tabla 113. Especies de anfibios presentes en el área de influencia biótica.
- Tabla 114. Índices de diversidad alfa para anfibios por hábitat.
- Tabla 115. Especies de anfibios endémicos y amenazados en el área del proyecto.
- Tabla 116. Especies de reptiles encontradas en el área de influencia.
- Tabla 117. Índices de diversidad para reptiles por hábitat.
- Tabla 118. Especies de reptiles endémicas y amenazadas en el área de influencia.
- Tabla 119. Puntos de muestreo de mamíferos Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-
-

Tabla 120. Transectos de muestreo de mamíferos Proyecto Mina La Esmeralda Título 6823

Tabla 121. Esfuerzo de muestreo para las técnicas utilizadas en el muestreo de mamíferos del área de influencia biótica

Tabla 122. Especies de mamíferos registrados en el área de influencia biótica del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823-

Tabla 123. Índices de diversidad alfa para mamíferos por hábitat del área de influencia biótica del Proyecto

Tabla 124. Especies de mamíferos registrados en el área de influencia biótica con algún grado de amenaza o endemismo.

Tabla 125. Ubicación Puntos monitoreados en temporada seca – Mina La Esmeralda

Tabla 126. Ubicación Puntos monitoreados en temporada húmeda – Mina La Esmeralda

Tabla 127. Concentración de metales pesados encontrados en las muestras asociadas al proyecto minero La Esmeralda

Tabla 128. Organismos representativos de macroinvertebrados acuáticos en época húmeda

Tabla 129. Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos e índices ecológicos en los cuerpos lénticos del área de influencia en temporada húmeda.

Tabla 130. Tabla de correlación de Spearman para la comunidad bentónica de la temporada húmeda de la comunidad bentónica

Tabla 131. Organismos representativos de perifiton en época húmeda

Tabla 132. Resumen de resultados de perifiton e índices ecológicos en los cuerpos lénticos del área de influencia en temporada húmeda.

Tabla 133. Tabla de correlación de Spearman para la comunidad perifítica en temporada húmeda

Tabla 134. Riqueza de ictiofauna en el área de influencia en temporada húmeda

Tabla 135. Resumen de resultados de ictiofauna e índices ecológicos en los cuerpos lénticos del área de influencia en temporada húmeda.

Tabla 136. Proporción de cada uno de los POMCAS dentro del área de influencia biótica y la huella del proyecto

Tabla 137. Categorías de zonificación en el área de influencia biótica.

Tabla 138. Categorías de zonificación en el área de influencia biótica.

Tabla 139. Unidades de zonificación dentro del área de intervención del proyecto.

Tabla 140. Distribución de rondas (30 m) dentro de la zona del proyecto.

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

- Fotografía 1. Red vial presente en Área de Influencia
- Fotografía 2. Transporte de material en Red Vial
- Fotografía 3. Zona de extracción minera de calizas presente en Área de Influencia Biótica
- Fotografía 4. Pastos limpios cercanos a Base militar abandonada
- Fotografía 5. Pastos arbolados con predominancia de Balso (*Ochroma pyramidale*) y pasto imperial.
- Fotografía 6. Pastos enmalezados
- Fotografía 7. Bosque ripario y/o de galería asociado a Zanjón Los Huilos.
- Fotografía 8. Vegetación secundaria alta presente en el Área de Influencia Biótica.
- Fotografía 9. Tierras desnudas y degradadas
- Fotografía 10. Colecta de muestra en campo
- Fotografía 11. Muestra botánica colectada para proceso de identificación
- Fotografía 12. Marcación de forófitos en campo
- Fotografía 13. Forofito marcado
- Fotografía 14. Medida de CAP de forófitos en campo.
- Fotografía 15. Muestra de forofito *Senna spectabilis*
- Fotografía 16. Inspección visual de no vasculares con lupa
- Fotografía 17. Medición de no vasculares con plantilla
- Fotografía 18. Colecta de especies no vasculares sobre el forofito.
- Fotografía 19. Colecta de especies no vasculares rupícolas
- Fotografía 20. Extracción de muestra no vascular sobre rupícolas.
- Fotografía 21. Muestra no vascular marcada.
- Fotografía 22. Cuadrante con especies no vasculares rupícolas
- Fotografía 23. Cuadrante con especie vascular *Bromelia karatas*
- Fotografía 24. Registro fotográfico de Orquídeas y bromelias presentes en el AIB.
- Fotografía 25. Vista de líquenes, musgos y hepáticas.
- Fotografía 26. Pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus*), especie de la familia *Thraupidae* (TA2)
- Fotografía 27. Sirirí (*Tyrannus melancholicus*), especie de la familia *Tyrannidae* (TA2)
- Fotografía 28. El chulo (*Coragyps atratus*) es la especie más abundante en el AIB (TA3)
-

- Fotografía 29. El perico (*Brotogeris jugularis*) es una de las especies de aves más abundantes en el AIB (TA4)
- Fotografía 30. Los insectívoros como el carpintero (*Melanerpes rubricapillus*) son el gremio trófico con mayor número de especies en el AIB (TA3)
- Fotografía 31. El gremio de los frugívoros incluye especies como el papayero (*Saltator striatipectus*) (TA1)
- Fotografía 32. Distribución porcentual de especies de aves por gremio trófico para el AIB del proyecto
- Fotografía 33. Renacuajos de *Rhinella horribilis* en charca temporal. (F_HERP2)
- Fotografía 34. Especie insectívora *Leptodactylus fragilis* (Izquierda) y especie insectívora-carnívora *Rhinella horribilis* (Derecha). (F_HERP3, F_HERP4).
- Fotografía 35. *Rheobates palmatus*, especie diurna de quebrada (Izquierda) y *Craugastor metriosistus* especie nocturna con desarrollo directo. (F_HERP5 y F_HERP6).
- Fotografía 36. *Rhinella sternosignata*, especie casi endémica y casi amenazada (NT). (F_HERP7)
- Fotografía 37. *Cnemidophorus lemniscatus*, especie omnívora (Izquierda) y *Thecadactylus rapicauda*, especie insectívora nocturna. (F_HERP8 y F_HERP9).
- Fotografía 38. *Sibon nebulatus*, serpiente arborícola nocturna (Izquierda) y *Polychrus marmoratus*, lagarto arborícola diurno (Derecha). (F_HERP10 y F_HERP11).
- Fotografía 39. Gecko o Salamancheja *Hemidactylus brooki*, especie invasora. (F_HERP12).
- Fotografía 40. *Artibeus lituratus*, representante del orden Chiroptera (familia Phyllostomidae) (F_M11)
- Fotografía 41. *Pteronotus personatus*, representante del orden Chiroptera (familia Mormoopidae) (F_M12).
- Fotografía 42. *Procyon cancrivorus* registrado en cámara trampa (orden Carnívora) (F_M13).
- Fotografía 43. *Carollia brevicauda*, especie del gremio frugívoro (F_M14)
- Fotografía 44. Frutos de *Piper* sp., registrados de consumo por murciélagos del género *Carollia* sp. y *Dermanura* sp. (F_M15).
- Fotografía 45. Restos de un cráneo de *D. marsupialis*, especie representante del gremio omnívoro (F_M16).
- Fotografía 46. Huella de *Mazama zetta*, especie representante del gremio herbívoro (F_M17).
- Fotografía 47. *Dermanura anderseni*, especie de murciélago frugívoro nómada.

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Abundancia Relativa

Ecuación 2. Área basal

Ecuación 3. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Ecuación 4. Diámetro Medio Cuadrático (DMC)

Ecuación 5. Frecuencia Relativa

Ecuación 6. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Ecuación 7. Fórmula de Sturges

Ecuación 8. Fórmula de Sturges

Ecuación 9. Amplitud de intervalo

Ecuación 10. Regeneración natural

Ecuación 11. Índice de Shannon Weaver

Ecuación 12. Índice de Simpson

Ecuación 13. Índice de Margalef

Ecuación 14. Coeficiente de mezcla (CM)

Ecuación 15. Volumen total

Ecuación 16. Biomasa aérea

Ecuación 17. Biomasa de raíces

Ecuación 18. Carbono

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Base de datos caracterización Flora CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.001
- Anexo 2. Gran biomas, biomas, ecosistemas, coberturas CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.002
- Anexo 3. Localización de parcelas y censo CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.003
- Anexo 4. Tamaño de la muestra CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.004
- Anexo 5. Calculo de Error por Muestreo Estratificado (Bioma Chaparral) CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.005
- Anexo 6. Calculo de Error por Muestreo Estratificado (Bioma Tolima grande) CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.006
- Anexo 7. Curvas de Acumulación CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.007
- Anexo 8. Especies de flora con alguna categoría de amenaza, veda o endemismo. CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.008
- Anexo 9. Perfiles de vegetación CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.009
- Anexo 10. Certificados de identificación de especies CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.010
- Anexo 11. Cálculo por cobertura del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.011
- Anexo 12. Cálculo por cobertura del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.012
- Anexo 13. Certificado de determinación taxonómica flora no vascular en veda CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.013
- Anexo 14. Certificado de determinación taxonómica flora vascular en veda CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.014
- Anexo 15. Base de datos flora en veda CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.015
- Anexo 16. Catálogo fotográfico de flora en veda CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.016
- Anexo 17. Matrices curvas de acumulación de especies CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.017
- Anexo 18. Anexo anfibios en el contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.018
- Anexo 19. Anexo anfibios registrados -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.019
- Anexo 20. Anexo reptiles en el contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.020
- Anexo 21. Anexo reptiles registrados -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.021
- Anexo 22. Anexo. Aves en el contexto regional del proyecto mina la Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.022
- Anexo 23. Anexo. Aves en el AIB del proyecto mina la Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.023
- Anexo. Mamíferos en el contexto regional del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.024
- Anexo 24. Anexo. Mamíferos registrados en el AIB del Proyecto Mina La Esmeralda -Título 6823- CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.025
- Anexo 25. Anexo. Cadena de custodia solicitud de análisis Proyecto Mina la Esmeralda CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.026
- Anexo 26. Anexo. Reporte de análisis toxicología en peces muestra FQM006287 CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.027
- Anexo 27. Anexo. Reporte de análisis toxicología en peces muestra FQM006290 CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.028
- Anexo 28. Anexo Resolución permiso de colecta CAP5.2-CMBI-LAES6823-AN#5.2.029

5.2. MEDIO BIÓTICO

A continuación, se presenta la caracterización del medio biótico a partir de la descripción del estado actual de los ecosistemas terrestres (flora, fauna), ecosistemas acuáticos, análisis de conectividad y los ecosistemas estratégicos presentes en el área de estudio.

La información contenida en esta caracterización parte de la revisión de fuentes primarias y secundarias como el Sistema de Información Ambiental de Colombia¹, Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB)², Tremarctos, Libros rojos, catálogos de flora y fauna, colecciones en línea, planes y esquemas de ordenamiento territorial, entre otros.

Finalmente, se presenta una síntesis de los análisis de conectividad ecológica y fragmentación del hábitat para cada alternativa de trazado de la línea de conexión eléctrica, que contribuye con la selección final de la alternativa.

5.2.1. Ecosistemas.

Un ecosistema es un “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales o de microorganismos y su medio ambiente -no vivo- interactuando como una unidad funcional en un territorio”³. Por otra parte, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)⁴, define a un ecosistema como un sistema dinámico de comunidades vegetales, animales y de otros grupos taxonómicos en un medio no viviente que interactúan en un territorio “homogéneo” con condiciones biofísicas y antrópicas características.

De este modo, un ecosistema depende de elementos físicos, bióticos y sociales, que sustentan los diferentes flujos de energía y transferencia de materiales, los cuales permiten cumplir diferentes funciones del ecosistema: circulación de nutrientes, producción (producción primaria-biomasa), cadenas y redes alimentarias, red de especies y gradientes y ecotonos⁵.

Actualmente, la clasificación de los ecosistemas parte del cruce de biomas (basado en unidades bióticas) y coberturas de la tierra. Los biomas son unidades de síntesis obtenidas a partir de diferentes variables, como: unidades bióticas, geopedología, zonificación climática (temperatura y precipitación), provincias de humedad, entre otros, y las coberturas de la tierra se obtienen a partir la fotointerpretación de fotografías aéreas siguiendo la metodología CORINE land cover para Colombia⁶.

A partir del cruce de dicha información, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH), Instituto SINCHI,

¹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVTD). Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Disponible en <http://www.siac.gov.co/>.

² SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA (SIB). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado de: <https://sibcolombia.net./2020>, junio 01)

³ CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA - CDB. Naciones Unidas. 1992. 32 p.

⁴ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS - IAvH. Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (Ley 165 de 1994) y Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología. Bogotá, D. C., Colombia, 2003. 118 p.

⁵ DONATO, Jhon. Fundamentos de ecología: un enfoque ecosistémico. colección de textos. Universidad Nacional de Colombia. 2015. pp 113-117

⁶ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. 2007. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.2. MEDIO BIÓTICO

Parques Nacionales Naturales (PNN), e Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) crearon el mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y marinos de Colombia (MEC) a escala 1:100.000⁷.

Este mapa actual de ecosistemas establece las unidades de acuerdo con la interpretación de cartografía básica y temática a escala 1:100.000, la cual es una a escala muy gruesa para estudio en áreas puntuales. De este modo, para el presente estudio se presenta una descripción y análisis de ecosistemas presentes en el área de estudio de los títulos mineros presentes en la Mina La Esmeralda a una escala más detallada de 1:25.000.

La descripción y análisis de ecosistemas presentes en el área de estudio, se realizó a partir del mapa de Ecosistemas, y se basó en tres niveles de integración:

1. Tipo general de bioma (Gran bioma): se basa en la clasificación de biomas de Colombia de Hernández y Sánchez⁸ e IDEAM⁹.
2. Bioma: se basa en las unidades biogeográficas de Colombia de Hernández y Sánchez¹⁰.
3. Ecosistema: unión del bioma con la cobertura de la tierra (Rodríguez et al.¹¹).

5.2.1.1. Grandes biomas y biomas.

El tipo general de bioma o bioma es un conjunto de ecosistemas similares respecto a características estructurales y funcionales que se diferencian por las características de la vegetación¹². En cuanto a los biomas, estos son una aproximación para establecer y reunir bajo una misma definición grandes áreas con características similares en cuanto a la composición florística y de forma consecuente la fauna asociada, tomando como base las características biogeográficas, físicas y bióticas. Esta clasificación reconoce la relación entre los componentes físicos del ambiente y los seres vivos dentro de una región, así como los cambios en el tiempo.

Las comunidades presentes en los biomas son diferenciables por su fisionomía, que nace de las complejas interacciones del clima y otros factores del medio físico y factores bióticos. Adicionalmente, estos encierran un conjunto de ecosistemas que son afines por sus características estructurales y funcionales pero que además se parecen en algunas de sus condiciones particulares de vegetación y fauna, constituyendo un espacio con características físicas y bióticas análogas

De este modo, según IDEAM et al.¹³, el área de estudio se encuentra dentro de los grandes biomas: Zonobioma Alternohigrico Tropical y del Zonobioma Húmedo Tropical.

Zonobioma Tropical Alternohigrico: corresponde a los bosques por debajo de los 800 metros de altitud, con grandes periodos de sequía, durante los cuales las plantas experimentan deficiencia de agua y la mayor parte del arbolado pierde parcialmente su follaje de cinco a seis meses, el cual se recupera en la época de lluvias. Según la clasificación caldas lang

⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM *et al.* Mapa de Ecosistemas continentales, Costeros y Marinos de Colombia Versión 2.1. Escala 1:100.000. Bogotá. 2017.

⁸ HERNÁNDEZ, J y H. SÁNCHEZ. Biomas terrestres de Colombia. En: G. Halffter (editor). La diversidad biológica iberoamericana I. Acta Zoológica Mexicana, México. 1992. 153-173 pp.

⁹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM *et al.* Op.cit.

¹⁰ HERNÁNDEZ, J y H. SÁNCHEZ. Op.cit.153-173 pp.

¹¹ RODRÍGUEZ, N. *et al.* Ecosistemas de los Andes colombianos 2 ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. Bogotá, D. C., Colombia, 2003, 154 p.

¹² HERNÁNDEZ, J y H. SÁNCHEZ. Op.cit. 153-173 pp.

¹³ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM *et al.* Mapa de Ecosistemas continentales, Costeros y Marinos de Colombia Versión 2.1. Escala 1:100.000. Bogotá. 2017.

hace parte del piso climático con las provincias de humedad árido y semiárido¹⁴. Esta formación se desarrolla en lugares con precipitaciones que fluctúan entre 789 y 1800 mm. La temperatura media anual es superior a los 25°C, alcanzando temperaturas máximas de 38°C. En este gran bioma se encuentra el bioma Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande.

Los bosques secos se asocian al Zonobioma Tropical Alternohigrico, que para el área de estudio corresponden a los del Valle del Magdalena, se caracterizan por ser bosques caducifolios entremezclados con sabanas naturales que existían a lo largo de una franja adyacente al río Magdalena, sobre llanuras de desborde y sectores de terrazas disectadas de pendientes cortas y fuertes. Estos bosques secos en forma de fragmentos, quedan menos de 5000, dispersos en unos 35 parches de extensión variable, entre 50 y 200 hectáreas, que se concentran en la parte norte del departamento del Tolima en los municipios de Armero, Mariquita y Melgar. Otros fragmentos mucho más pequeños, riparios y aislados, que no sobrepasan una hectárea, se hallan en terrenos muy inclinados y a lo largo de cañadas de fincas ganaderas de los departamentos de Cundinamarca, Caldas, Tolima y Huila¹⁵.

Zonobioma Húmedo Tropical: corresponde a los bosques húmedos ubicados en los valles bajos de los ríos Magdalena y Cauca de las vertientes de las cordilleras occidental, central y occidental, por debajo de los 800 metros de altitud, y en donde no existe déficit de agua para el desarrollo de la vegetación durante todo el año. Según la clasificación caldas lang hace parte del piso climático con las provincias de humedad: húmedo, semi húmedo y superhúmedo¹⁶. Los bosques húmedos tropicales se ubican en la zona climática intertropical, caracterizada por presentar pocas variaciones estacionales en la temperatura generalmente de dos temporadas de alta precipitación y humedad relativa y han sido considerados como áreas de concentración, diversidad y endemismo de especies en donde los ecosistemas asociados al piedemonte se constituyen en corredores de transición entre elementos de la flora y fauna alta y baja, permitiendo el intercambio de especies entre estas dos zonas¹⁷. En este gran bioma se encuentra el bioma Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral.

El zonobioma húmedo tropical del valle del río Magdalena, correspondiente a las cuencas media y baja del río Magdalena, es de los más extensos y en relación con la riqueza de ecosistemas naturales es el segundo con un total de 8, seguido del Zonobioma Húmedo Tropical del piedemonte orinocense que contiene diez ecosistemas. El ecosistema de Bosque de galería basal húmedo del Zonobioma Húmedo Tropical, presente en el área de estudio, hace parte de los principales ecosistemas afectados por deforestación en el país entre 2015 y el 2016, identificándose como uno de los ecosistemas naturales con vulnerabilidad alta a muy alta al cambio climático¹⁸. La transformación del ecosistema de Bosque de galería basal húmedo en la zona de estudio, ha conllevado al establecimiento de Agroecosistemas ganaderos.

En la Tabla 1 y Figura 1, se encuentra el área y proporción de área que ocupan los grandes biomas y biomas para el Área de Influencia Biótica.

Tabla 1. Grandes Biomas y Biomas en Área de Influencia Biótica

Gran Bioma	Bioma	Área (ha)	Porcentaje de área (%)
Zonobioma Alternohigrico Tropical	Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	23,09	33,19%
Zonobioma Húmedo Tropical	Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	46,48	66,81%

¹⁴ IDEAM, 2015. Memoria técnica del mapa de ecosistemas continentales, marinos y costeros 2005-2009 Escala 1:100.00. p 36.

¹⁵ OTERO, Efrain, MOSQUERA, Lina, SILVA, Gerardo & GUZMÁN, Julio. Bosque Seco Tropical Colombia. Banco de Occidente.

¹⁶ IDEAM, 2015. Memoria técnica del mapa de ecosistemas continentales, marinos y costeros 2005-2009 Escala 1:100.00. p 36.

¹⁷ ETTER, Andrés.. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: Chaves. M. E. y Arango N. (Eds.). 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad – Colombia. Tomo I. Causas de pérdida de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D. C., Colombia.

¹⁸ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM *et al.* Mapa de Ecosistemas continentales, Costeros y Marinos de Colombia Versión 2.1. Escala 1:100.000. Bogotá. 2017.

Gran Bioma	Bioma	Área (ha)	Porcentaje de área (%)
Total		69,57	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

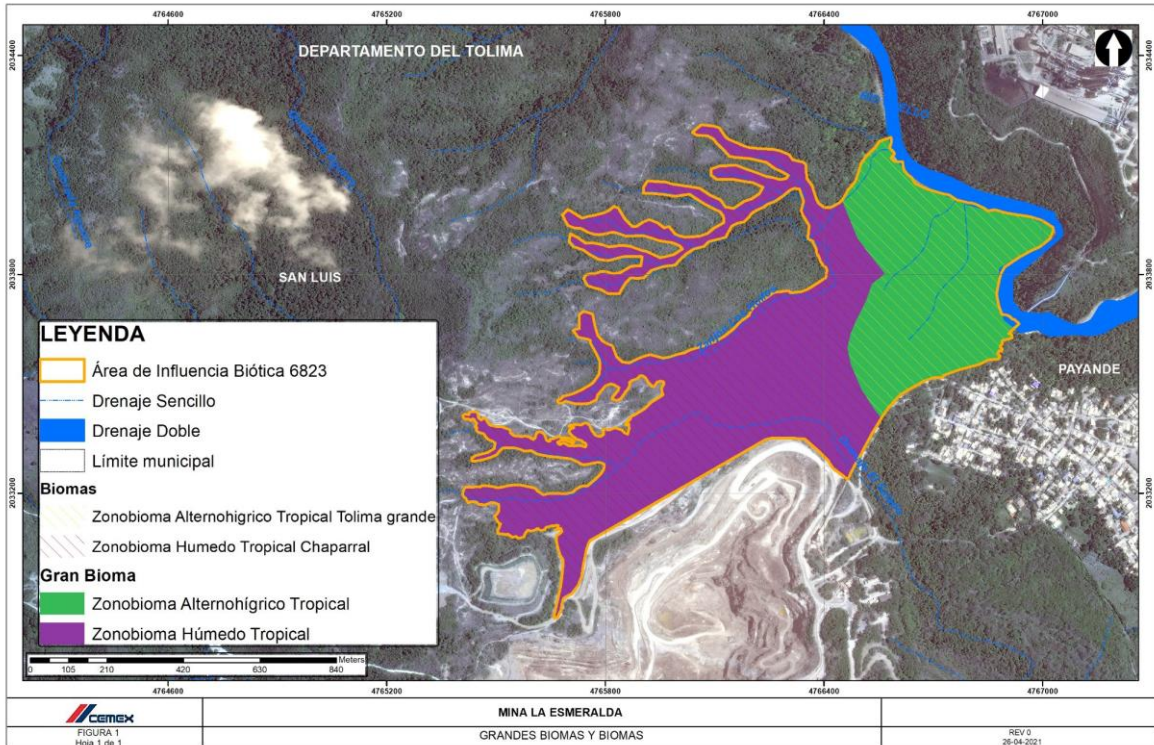


Figura 1. Grandes biomas y biomas presentes en el Área de Influencia Biótica

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2. Coberturas de la Tierra.

Para el área de estudio se presentan las unidades de cobertura a nivel tres y cuatro según la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia¹⁹, propuesta metodológica para la caracterización de las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio colombiano. El análisis de coberturas se presenta con base en la fotointerpretación de una ortofoto del año 2020 y su verificación en campo. La información resultante permitió establecer el área ocupada por las coberturas de tipo natural, seminatural y artificial, que se encuentran presentes. Las coberturas naturales corresponden a la vegetación donde hubo poca o nula intervención por diferentes actividades antropogénicas, las seminaturales y culturales donde la actividad humana ha tenido diferentes grados de intervención. En la Tabla 2, se presenta la clasificación de las coberturas de la tierra según los niveles de clasificación con el área (ha) y proporción del área en porcentaje. En la Figura 2 se presenta la distribución de las coberturas de la tierra en el área de estudio. En el plano CAP05.2-CMBI-LES6823-BIOT-004 se presenta la cobertura vegetal en el área de estudio.

¹⁹ IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. p. 72

Tabla 2. Coberturas de la Tierra presentes en el Área de Influencia Biótica.

Categoría de cobertura vegetación							Área	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Código	Sigla	ha	%
Territorios Artificializados	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados			122	Rv	1,66	2,39%
	Zonas de extracción minera y escombreras	Zonas de extracción minera			131	Zem	12,37	17,78%
Territorios agrícolas	Pastos	Pastos limpios			231	Pl	0,81	1,17%
		Pastos arbolados			232	Pa	1,40	2,02%
		Pastos enmalezados			233	Pe	0,93	1,34%
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque de galería y ripario			314	Bg	24,02	34,53%
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación secundaria	Vegetación secundaria alta		3231	Vsa	25,75	37,01%
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras desnudas y degradadas			333	Tdd	2,62	3,77%
Total							69,57	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

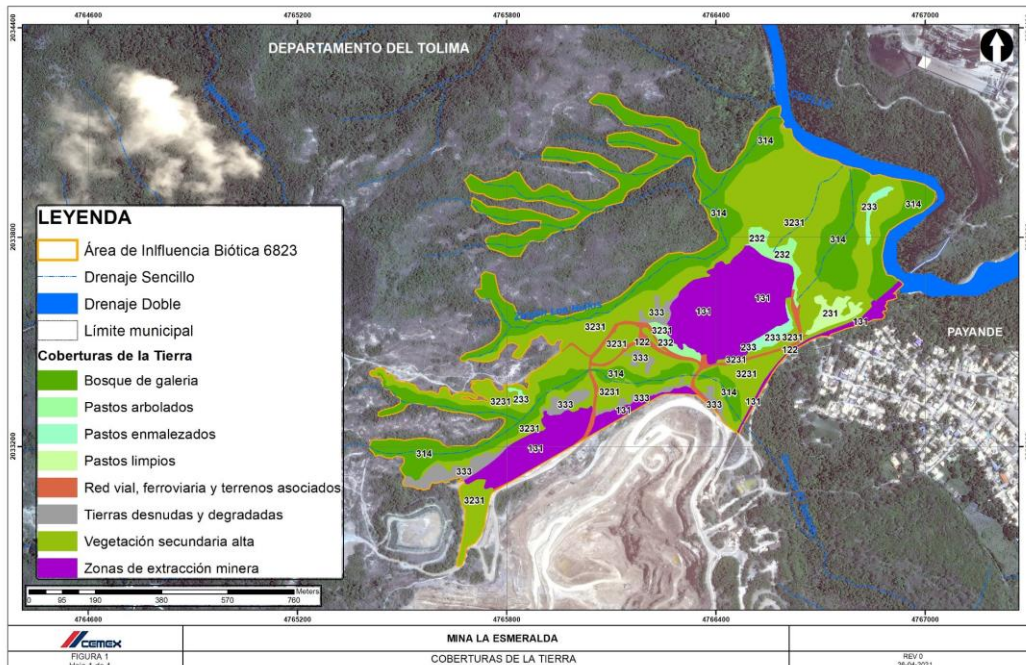


Figura 2. Coberturas de la Tierra presentes en el Área de Influencia Biótica

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.1. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (122-Rv).

Corresponden a espacios artificializados con infraestructura de comunicaciones²⁰, dentro del área de influencia se encuentran vías terciarias para transporte de transporte material. En el Área de Influencia Biótica ocupa el 2,39% con 1,66 ha. Ver Fotografía 1 y Fotografía 2.



Fotografía 1. Red vial presente en Área de Influencia
Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 2. Transporte de material en Red Vial
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.2. Zonas de extracción minera (131-Zem).

Son aquellas áreas destinadas para la extracción de materiales minerales a cielo abierto²¹. En el Área de Influencia Biótica se presenta la extracción de Caliza y Arena en un área de 12,37 ha (17,78%). Ver Fotografía 3.



Fotografía 3. Zona de extracción minera de calizas presente en Área de Influencia Biótica
Fuente: Elaboración Propia

²⁰ IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. p. 15

²¹ *Ibid.* p. 17

5.2.1.2.3. Pastos limpios (231-Pi).

Comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, enclamiento y fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas²². Esta cobertura se encuentra presente en el Área de Influencia Biótica dentro de la base militar abandonada y cubre un área de 0,81 ha (1,17%). Ver Fotografía 4.



Fotografía 4. Pastos limpios cercanos a Base militar abandonada
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.4. Pastos arbolados (232-Pa).

Esta cobertura está representada por áreas cubiertas en más del 30% y menor al 50% por árboles donde su presencia se debe en un alto porcentaje a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación²³. A diferencia de los pastos limpios, esta unidad de cobertura presenta algunos individuos de porte arbóreo y arbustivo aislados distribuidos de forma dispersa. En el Área de Influencia Biótica está representado por 1,40 ha (2,02%), las especies dominantes son Balso (*Ochroma pyramidale*) y Payandé (*Pithecellobium dulce*). Ver Fotografía 5.



Fotografía 5. Pastos arbolados con predominancia de Balso (*Ochroma pyramidale*) y pasto imperial.
Fuente: Elaboración Propia

²² IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. p.33.

²³ *Ibid.* p. 44.

5.2.1.2.5. *Pastos enmalezados (233-Pe).*

Coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono, en general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m²⁴. Ver Fotografía 6.



Fotografía 6. Pastos enmalezados
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.6. *Bosque ripario y/o de galería (314-Bg).*

Corresponde formaciones vegetales caracterizadas por elementos arbóreos que se encuentran en los márgenes de cursos de agua temporales o permanentes, esta cobertura se ve limitada en amplitud, pues bordea los cursos de agua y drenajes naturales²⁵, en este caso El Zanjón Los Huilos y el drenaje el Salado. Esta unidad de cobertura está representada por 34,53% (24,02 ha). Ver Fotografía 7.



Fotografía 7. Bosque ripario y/o de galería asociado a Zanjón Los Huilos.
Fuente: Elaboración Propia

²⁴ IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. p. 46

²⁵ *Ibid.* p. 33

5.2.1.2.7. *Vegetación secundaria alta (3231-Vsa).*

Hace referencia a aquellas comunidades dominadas por individuos arbóreos que consolidan el proceso de sucesión de la vegetación natural, que se presenta luego de la intervención y/o destrucción antrópica de la vegetación primaria; la cual se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos generalmente uso agrícola²⁶. Esta unidad es la cobertura con mayor área dentro del Área de influencia Biótica presentando un área de 25,75 ha (37,01%), la cual está constituida por vegetación de tipo herbácea, arbustiva y arbórea, que configuran una irregularidad a nivel del dosel. Ver Fotografía 8.



Fotografía 8. Vegetación secundaria alta presente en el Área de Influencia Biótica.
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.8. *Tierras desnudas y degradadas (333-Tdd).*

Corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y condiciones climáticas extremas, estas áreas incluyen la formación de cárcavas²⁷. Esta cobertura en el Área de Influencia Biótica está dominada por pastos y especies de porte herbáceo. Ver Fotografía 9.



Fotografía 9. Tierras desnudas y degradadas
Fuente: Elaboración Propia

²⁶ IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100 000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. p. 57.

²⁷ *Ibíd*, p. 54-55

5.2.1.3. Ecosistemas terrestres presentes en el área de estudio.

A partir del cruce de los biomas, previamente mencionados, con el mapa de cobertura de la tierra (Nivel 3 y 4), elaborado a través de la interpretación visual, se obtuvieron los ecosistemas terrestres presentes en el Área de Influencia Biótica, los cuales se presentan en la Tabla 3 y en el plano CAP05.2-CMBI-LES6823-BIOT-005. Los ecosistemas presentes se clasifican en:

- Ecosistemas mayormente alterados (transformados), los cuales se caracterizan por presentar una eliminación de la cobertura vegetal, para el desarrollo de carreteras o las zonas destinadas a la minería.
- Ecosistemas asociados con coberturas agrícolas, incluyen aquellos ecosistemas donde se transformaron las coberturas naturales para mantener actividades agropecuarias y que en este momento pueden estar en etapas de sucesión tempranas.
- Ecosistemas mayormente naturales, agrupan los ecosistemas que conservan el estado natural a pesar de los diferentes grados de afectación, por ejemplo, los ecosistemas con vegetación secundaria y bosque de galería y ripario, corresponden a parches donde se presentan procesos de regeneración en diferentes etapas.

Tabla 3. Área (ha) de los ecosistemas terrestres presentes en el Área de Influencia Biótica.

Bioma	Tipo de ecosistema	Ecosistema	Código*	Área (ha)	Porcentaje de área
Zonobioma Alternohígrico o Tropical Tolima grande	Transformados	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_RV	0,28	0,41%
		Zonas de extracción minera del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_ZM	3,36	4,83%
	Agrícolas	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_PA	0,60	0,87%
		Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_PE	0,80	1,15%
		Pastos limpios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_PL	0,81	1,17%
	Naturales	Bosque de galería y ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_BG	5,67	8,15%
		Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande	Toli_VS	11,57	16,63%
Total Zonobioma Alternohígrico Tropical Tolima grande				23,09	33,19%
Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Transformados	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_RV	1,38	1,98%
		Zonas de extracción minera Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_ZM	9,01	12,95%
	Agrícolas	Pastos arbolados Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_PA	0,80	1,15%
		Pastos enmalezados Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_PE	0,13	0,19%
	Naturales	Bosque de galería del Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_BG	18,35	26,38%

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.2. MEDIO BIÓTICO

Bioma	Tipo de ecosistema	Ecosistema	Código*	Área (ha)	Porcentaje de área
		Vegetación secundaria alta Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_VS	14,18	20,38%
		Tierras desnudas y degradadas Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral	Chap_TD D	2,62	3,77%
Total Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral				46,48	66,81%
Total				69,57	100,00%

*Toli (Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande); Chap(Zonobioma Húmedo Tropical Chaparral)

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.4. Zonas de vida.

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge²⁸, el cual está basado en diferentes variables como la temperatura, precipitación y humedad, muestra que el Área de Influencia Biótica, se ubica en la zona de vida de bosque seco tropical, la cual corresponde a regiones de la tierra libres de heladas donde la biotemperatura media anual es mayor a 24°C, la precipitación promedio anual oscila entre 250 y 2000 mm (algunos autores mencionan valores entre 1250 y 1550 mm), con variaciones producto de efectos locales y la razón entre potencial de evapotranspiración y precipitación es mayor a 1²⁹. En la Figura 3, se encuentran la clasificación de zonas de vida de Holdridge y la zona de vida presente en el Área de Influencia Biótica.

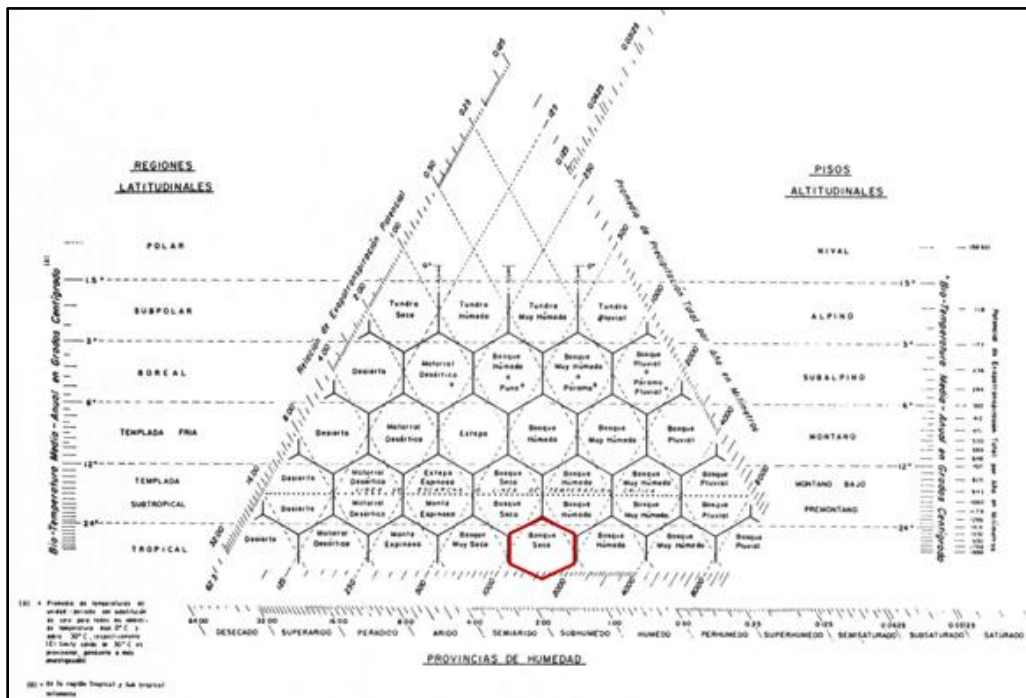


Figura 3. Zona de vida presente en el Área de Influencia Biótica

Fuente: Elaboración Propia

²⁸ HOLDRIDGE, R. L. Ecología basada en zonas de vida. In H. L. R., Ecología basada en zonas de vida. IICA. 1967.

²⁹ WATSON, Vicente y TOSI, Joseph. El sistema de Zonas de Vida. Biocenosis, 13(1/2), 2000.

El Bosque Seco Tropical tiene una biodiversidad única de plantas y animales que se han adaptado a condiciones de estrés hídrico, por lo cual presenta altos niveles de endemismo, es decir que contiene especies que no se dan en ningún otro tipo de ecosistema. La vegetación del bosque seco tropical se caracteriza por estar adaptada al déficit de agua con estrategias como la pérdida de hojas durante la época de sequía. Además, presenta modificaciones físicas en su estructura como hojas compuestas pequeñas, cortezas de troncos lisas y presencia de agujones o espinas³⁰.

Se ha reportado que los bosques secos de Colombia tienen casi 2600 especies de plantas (83 plantas endémicas), 230 especies de aves (33 de ellas endémicas) y 60 especies de mamíferos (tres mamíferos endémicos). El Bosque Seco Tropical presta además servicios fundamentales para las comunidades humanas como la regulación hídrica, la retención de suelos, y la captura de carbono que regula el clima y la disponibilidad de agua y nutrientes. Finalmente, los bosques secos suministran especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y frutales importantes para el sustento y el bienestar de los pobladores aledaños a ellos. Por su ubicación dentro de mosaicos de paisajes dominados por zonas agrícolas y ganaderas, estos bosques secos brindan la posibilidad de mantener especies de insectos que ayudan en el control de plagas y vectores de enfermedades³¹.

³⁰ OTERO, Efrain, MOSQUERA, Lina, SILVA, Gerardo & GUZMÁN, Julio. Bosque Seco Tropical Colombia. Banco de Occidente.

³¹ PIZANO, C y GARCÍA, H. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 2014. Bogotá, D.C., Colombia.