TABLA DE CONTENIDO

1.0 RESUMEN EJECUTIVO 21

1.1 Síntesis de las características del componente físico 21
1.2 Síntesis de las características del componente biológico 26

2.0 INTRODUCCIÓN 34

2.1 Objetivo 34
2.2 Estructura del informe 34
2.3 Metodología del levantamiento de la línea base ambiental 35
2.3.1 Elaboración de mapas temáticos y modelos digitales 35
2.3.1.1 Metodología para la generación de la topografía y relieve por medio del modelo digital del terreno (DTM). 35
2.3.1.2 Metodología para la elaboración del mapa de vegetación según UNESCO . 36
2.3.1.3 Metodología para la elaboración del mapa de cobertura boscosa y uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Indio 39
2.3.2 Componente físico 42
2.3.2.1 Topografía y Relieve 42
2.3.2.2 Geología y Geomorfología 43
2.3.2.3 Suelos 43
2.3.2.4 Clima y Zonas de Vida 46
2.3.2.5 Hidrología 50
2.3.2.5.1 Régimen hidrológico 50
2.3.2.5.2 Calidad de las aguas superficiales 56
2.3.2.5.3 Corrientes, mareas, oleajes e intrusión marina 60
2.3.2.6 Calidad de Aire 62
2.3.3 Componente biológico 63
2.3.3.1 Flora terrestre 63
2.3.3.2 Fauna terrestre 66
2.3.3.4 Identificación de vectores transmisores de enfermedades 71
2.3.3.5 Flora y fauna acuática 73

3.0 DATOS GENERALES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE RÍO INDIO 75

3.1 Antecedentes 75
3.2 Ubicación, límites y componentes de la cuenca 76

3.3 División político administrativa 76
3.4 División de la cuenca por tramos 76

4.0 RESULTADOS DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL 77

4.1 Características del componente físico 77
4.1.1 Relieve del área 77
4.1.2 Geología y Geomorfología 81
4.1.2.1 Formaciones geológicas regionales y locales 81
4.1.2.2 Geomorfología 86
4.1.4 Suelos 88
4.1.4.1 Características del suelo 88
4.1.4.2 Descripción del uso de suelo 102
4.1.4.3 Capacidad de uso y aptitud 108
4.1.5 Clima y zonas de vida 110
4.1.5.1 Clima 110
4.1.5.2 Zonas de Vida 149
4.1.6 Hidrología 153
4.1.6.1 Régimen Hidrológico 167
4.1.6.2 Calidad de las aguas superficiales 217
4.1.6.3 Corrientes, mareas, oleajes e intrusión marina 233
4.1.7 Calidad de Aire 266
4.2 Características del componente biológico 279
4.2.1 Flora terrestre 279
4.2.1.1 Composición florística y riqueza de especies 279
4.2.1.2 Diversidad de especies 280
4.2.1.3 Inventario florístico 282
4.2.1.4 El índice de valor de importacia 287
4.2.1.5 Especies amenazadas, exóticas, endémicas o en peligro de extinción 294
4.2.1.6 Especies de valor comercial 295
4.2.1.7 Tipos de vegetación 300
4.2.2 Fauna Terrestre 315
4.2.2.1 Herpetología 315
4.2.2.2 Aves 334

4.2.2.3 Mamíferos 401
4.2.3 Identificación de vectores transmisores de enfermedades 424
4.2.4.2 Insectos Acuáticos 430
4.2.4.3 Ictiofauna 434
4.2.5 Flora acuática 444
4.2.5.1 Macrófitas 444
4.2.6 Análisis de los resultados para el medio terrestre 452
4.2.7 Análisis de los resultados para el medio acuático 454

5.0 LIMITACIONES ENCONTRADAS Y ALTERNATIVAS PROPUESTAS 477

6.0 CONCLUSIONES 479

7.0 BIBLIOGRAFÍA 488

8.0 ANEXOS 499

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1 Cobertura boscosa y uso de suelo 2017 – Totales por cuenca de Río Indio y tramos
Tabla 1-2 Tipos de vegetación según UNESCO – Total por cuenca de Río Indio y tramos
Tabla 2-1 Resultados de cobertura boscosa y uso de suelo versus rangos de elevación
Tabla 2-2 Tipos de vegetación según UNESCO - Tramo alto de la cuenca
Tabla 2-3 Tipos de vegetación según UNESCO - Tramo medio de la cuenca
Tabla 2-4 Tipos de Vegetación según UNESCO - Tramo bajo de la cuenca
Tabla 2-5 Bandas de Imágenes
Tabla 2-6 Categorías de cobertura boscosa y uso de suelos identificados para la cuenca de río Indio
Tabla 2-7 Cobertura Boscosa y Uso de Suelo 2017 - Tramo alto
Tabla 2-8 Sitios de muestreo de suelos por tramos, cuenca del río Indio
Tabla 2-9 Estaciones Hidrológicas de referencia.
Tabla 2-10 Coordenadas UTM de los puntos de toma de muestras de aguas superficiales
Tabla 2-11 Rangos de medición Horiba U-10
Tabla 2-12 Coordenadas UTM de los puntos de medición de calidad del aire
Tabla 2-13 Sitios de muestreo y tipos de vegetación por tramo
Tabla 2-14 Distribución espacial de las estaciones de muestreo de fauna acuática
Tabla 3-1 Subcuencas que conforman la cuenca de río Indio
Tabla 4-1 Columna estratigráfica de río Indio
Tabla 4-2 Sitios de Muestreo de suelos por tramos, cuenca del río Indio
Tabla 4-4 Valores de retención de humedad para los suelos para el tramo bajo del río Indio.
Tabla 4-5 Valores de retención de humedad para los suelos del tramo medio del río Indio.
Tabla 4-6 Valores de retención de humedad para los suelos del tramo alto del río Indio
Tabla 4-7 Cobertura boscosa y uso del suelo 2017- total y por tramo, cuenca de río Indio
Tabla 4-8 Capacidad de Uso de Suelos, Tramo Bajo
Tabla 4-9 Capacidad de uso de los suelos en el tramo medio, cuenca del río Indio
Tabla 4-10 Capacidad de uso de los suelos en el tramo alto, cuenca del río Indio
Tabla 4-11 Estaciones meteorológicas operadas por la ACP y ETESA utilizadas como referencia para el análisis hidrometeorológico y que cuentan con datos de Precipitación.
Tabla 4-12 Estaciones para el análisis de doble masas acumuladas
Tabla 4-13 Datos de Precipitación Anual de las Estaciones de Referencia (1987-2016)
Tabla 4-14 Datos utilizados para análisis de variación temporal de la precipitación (mm) en la cuenca del río Indio
Tabla 4-15 Ecuaciones altotérmicas elaboradas por el IRHE
Tabla 4-16 Variables del Balance Hídrico en el tramo bajo, medio y alto de la cuenca del río Indio
Tabla 4-17 Clasificación de Zonas de Vida según Holdridge en los 14 sitios de aforo que forman parte de la Campaña de Aforo de la Cuenca del río Indio

Tabla 4-18 Relación de Bifurcación de la cuenca del río Indio
Tabla 4-19 Categorías de Densidad de Drenaje según Delgadillo y Paez (2008)
Tabla 4-20 Categorías del Factor de Forma de una cuenca
Tabla 4-21 Subcuencas y sus características principales de la cuenca del río Indio
Tabla 4-22 Estaciones Hidrológicas de referencia
Tabla 4-23 Datos de área y precipitación de Estaciones Hidrológicas de referencia
Tabla 4-24 Caudales promedio mensuales de estaciones hidrológicas de referencia (1987-2016)
Tabla 4-25 Datos de área y precipitación de subcuencas principales en la cuenca del río Indio
Tabla 4-26 Caudales promedio mensuales de la subcuenca del río Indio (1987-2016)
Tabla 4-27 Caudales promedio mensuales de la subcuenca del río La Encantada (1987-2016)
Tabla 4-28 Caudales promedio mensuales de la subcuenca del río El Jobo (1987-2016)
Tabla 4-29 Caudales promedio mensuales de la subcuenca del río Uracillo (1987-2016)
Tabla 4-30 Caudales promedio mensuales de la subcuenca del río Teria (1987-2016)
Tabla 4-31 Características hidráulicas de los ríos aforados en la campaña de temporada lluviosa 2017 (Unidades en Sistema Inglés)
Tabla 4-32 Características hidráulicas de los ríos aforados en la campaña de temporada lluviosa 2017 (Unidades en Sistema Métrico)
Tabla 4-33 Resumen anual de Caudales Máximos Instantáneos (m3/s) en la Estación río Indio en Boca de Uracillo
Tabla 4-34 Grandes Inundaciones que se han dado en la cuenca de río Indio
Tabla 4-35 Clasificación de la geología para modelo de vulnerabilidad
Tabla 4-36 Clasificación de la distancia a ríos para modelo de vulnerabilidad
Tabla 4-37 Clasificación de la Pendiente para modelo de vulnerabilidad
Tabla 4-38 Clasificación del tipo de suelo para modelo de vulnerabilidad
Tabla 4-39 Clasificación del uso de suelo para modelo de vulnerabilidad
Tabla 4-40 Ponderaciones o Pesos utilizados en Modelo de Vulnerabilidad de Inundación en la cuenca del río Indio
Tabla 4-41 Clasificación de los grados de vulnerabilidad implementados en el modelo
Tabla 4-42 Áreas vulnerables en el Tramo alto de la cuenca del río Indio
Tabla 4-43 Áreas vulnerables en el Tramo medio de la cuenca del río Indio
Tabla 4-44 Áreas vulnerables en el Tramo bajo de la cuenca del río Indio
Tabla 4-45 Sitios de colecta y número de muestras colectadas
Tabla 4-46 Características de los sitios de muestreo en cada tramo de la cuenca de río Indio
Tabla 4-47 Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo alto
Tabla 4-48 Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo medio
Tabla 4-49 Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo bajo
Tabla 4-50 Coordenadas de los sitios de muestreo y mediciones de campo, durante marea baja
Tabla 4-51 Coordenadas de los sitios de muestreo y mediciones de campo, durante marea alta
Tabla 4-52 Coordenadas de los sitios de muestreo de correntometría lagrangiana, durante un ciclo de marea, horario muestreo 11:51 a.m. a 2:12 p.m.

Tabla 4-53 Valores estadísticos de las series de mareas pronosticadas, Tabla de mareas ACP altas y bajas y programa WXTIDE
Tabla 4-54 Características de la marea en Cristóbal (Colón) y río Indio
Tabla 4-55 Resultados Correntometría Lagrangiana, área del proyecto
Tabla 4-56 Características de las aguas naturales en función de la conductividad eléctrica
Tabla 4-57 Variables climáticas en el tramo alto
Tabla 4-58 Niveles encontrados de material particulado y CO. Tramo alto
Tabla 4-59 Variables climáticas en el sector medio
Tabla 4-60 Niveles encontrados de material particulado y CO. Sector medio
Tabla 4-61 Variables climáticas en el tramo bajo
Tabla 4-62 Niveles encontrados de material particulado y CO. Tramo bajo
Tabla 4-63 Composición florística y riqueza de especies
Tabla 4-64 Riqueza y diversidad alfa de especies
Tabla 4-65 Valores de similitud en la composición de las especies de plantas en los diferentes tramos
Tabla 4-66 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo alto
Tabla 4-67 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo medio
Tabla 4-68 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo bajo
Tabla 4-69 Especies con valor comercial en la cuenca de río Indio
Tabla 4-70 Clases de bosque perennifolio ombrófilo tropical y otras coberturas registradas en río Indio por tramo de cuenca
Tabla 4-71 Sitios de muestreo relacionados con la cuenca del río Indio según el estudio del Consorcio Berger del 2003
Tabla 4-72 Esfuerzo de muestreo realizado (horas/hombres)
Tabla 4-73 Lista de especies de herpetofauna en el tramo alto del área de estudio
Tabla 4-74 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1000-1500) del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-75 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000) del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-76 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano poco intervenido del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-77 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-78 Lista de especies de herpetofauna en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-79 Lista de especies de herpetofauna en el B Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%)osque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo alto del área de estudio
Tabla 4-80 Lista de especies de herpetofauna en el tramo medio del área de estudio

Tabla 4-81 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas del tramo medio del área de estudio
Tabla 4-82 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo medio del área de estudio
Tabla 4-83 Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50% del tramo medio del área de estudio
Tabla 4-84 Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos del 10% del tramo medio del área de estudio
Tabla 4-85 Lista de especies de herpetofauna en el tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-86 Lista de especies de herpetofauna en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-87 Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas bastante intervenido del tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-88 Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50% del tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-89 Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%) del tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-90 Lista de especies de herpetofauna en el Palmar del tramo bajo del área de estudio
Tabla 4-91 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo alto, medio y bajo de río Indio
Tabla 4-92 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo alto de río Indio por tipo de vegetación
Tabla 4-93 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque montano del tramo alto de río Indio
Tabla 4-94 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el bosque maduro en el tramo alto de río Indio
Tabla 4-95 Aves capturadas con redes en el bosque maduro del tramo alto de río Indio
Tabla 4-96 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque maduro del tramo alto de río Indio
Tabla 4-97 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el bosque no intervenido (BTTB) del tramo alto de río Indio
Tabla 4-98 Aves colectadas con redes en el bosque no intervenido (BTTB) tramo alto de río Indio
Tabla 4-99 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque intervenido (BTTB) del tramo alto de río Indio
Tabla 4-100 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque intervenido del tramo alto de río Indio

Tabla 4-101 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) del tramo alto de río Indio
Tabla 4-102 Aves colectadas con redes en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) el tramo alto de río Indio
Tabla 4-103 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) del tramo alto de río Indio
Tabla 4-104 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%) del tramo alto de río Indio
Tabla 4-105 Especies de aves registradas en el tramo alto de río Indio bajo categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente, CITES y UICN
Tabla 4-106 Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en el tramo medio de río Indio por tipo de vegetación
Tabla 4-107 Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en el bosque maduro/ Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (BTTB) del tramo medio de río Indio
Tabla 4-108 Aves capturadas con redes en el bosque (BTTB) la cuenca media de río Indio
Tabla 4-109 Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque maduro del tramo medio de río Indio
Tabla 4-110 Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo medio de río Indio con el método de búsqueda generalizada
Tabla 4-111 Órdenes, familias, especies y abundancia de los registros en Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río indio
Tabla 4-112 Órdenes, familias, especies y abundancia de aves capturadas con redes e el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río Indio
Tabla 4-113 Órdenes, familias, especies y abundancia de aves observadas con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río Indio
Tabla 4-114 Órdenes, familias, especie y abundancia de los registros en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%) en el tramo medio de río Indio
Tabla 4-115 Especies de aves registradas en el tramo medio de río Indio en categoría de amenaza de acuerdo con MiAMBIENTE (2016), CITES y UICN
Tabla 4-116 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo bajo de río Indio por tipo de vegetación

Tabla 4-117 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-118 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados por el método de búsqueda generalizada en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-119 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos Capturados con redes en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-120 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-121 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizada en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-122 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados utilizando redes en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-123 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) incluyendo el palmar del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-124 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) sin incluir el palmar del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-125 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Palmar del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-126 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Manglar del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-127 Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%) del tramo bajo de río Indio
Tabla 4-128 Especies de aves registradas en el tramo bajo de río Indio bajo categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente, CITES y UICN
Tabla 4-129 Esfuerzo de muestreo total por tipo de vegetación y tramo de la cuenca
Tabla 4-130 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-131 Especies protegidas
Tabla 4-132 Valores de similitud en la composición de las especies de mamíferos entre tramos de la cuenca

Tabla 4-133 Índice de Shannon-Wiener y el de Simpson
Tabla 4-134 Índices de diversidad para cada tramo de la cuenca
Tabla 4-135 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-136 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-137 Especies bajo amenaza en el bosque maduro
Tabla 4-138 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-139 Especies protegidas
Tabla 4-140 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-141 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-142 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-143 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-144 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-145 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-146 Especies protegidas
Tabla 4-147 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-148 Especies protegidas
Tabla 4-149 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-150 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-151 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-152 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-153 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-154 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-155 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-156 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-157 Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa
Tabla 4-158 Cantidad de individuos por familias de insectos de interés médico y veterinario en el tramo alto de la cuenca de río Indio
Tabla 4-159 Principales insectos transmisores de enfermedades en el tramo alto de la cuenca de río Indio
Tabla 4-160 Mosquitos colectados con trampas Malaise y trampas CDC en el tramo alto de la cuenca de río Indio
Tabla 4-161 Ejemplares de Psichodidae colectados con trampas CDC en el tramo alto cuenca de río Indio
Tabla 4-162 Tábanos colectados en el tramo alto cuenca de río Indio
Tabla 4-163 Macro invertebrados reportados para el tramo bajo del río Indio
Tabla 4-164 Macro invertebrados reportados para el tramo medio del río Indio
Tabla 4-165 Macro invertebrados reportados para el tramo alto del río Indio
Tabla 4-166 Taxones identificados en el tramo bajo de la cuenca hidrográfica del río Indio
Tabla 4-167 Familias y especies de insectos colectados en la el tramo medio del río Indio
Tabla 4-168 Especies y familias de insectos colectados en el tramo alto de río Indio

Tabla 4-169 Número de especies registradas y su distribución por tramos en las estaciones de muestreo durante la estación lluviosa
Tabla 4-170 Número de individuos por especies en la estación lluviosa
Tabla 4-171 Número de especies registradas y su distribución por estación de muestreo
Tabla 4-172 Tallas promedios capturadas por especies y el estadio registrado temporada lluviosa
Tabla 4-173 Familias y especies de macrófitas en el tramo bajo del río Indio
Tabla 4-174 Familias y especies reportados en el tramo medio del río Indio
Tabla 4-175 Familia y especies reportadas en el tramo alto del río Indio
Tabla 4-176 Índice de similaridad de Bray Curtis en el tramo bajo del río Indio
Tabla 4-177 Índice de similaridad de Bray Curtis para el tramo medio del río Indio
Tabla 4-178 Índice de Similaridad Bray Curtis para el tramo alto del río Indio
Tabla 4-179 Índices de diversidad, riqueza y equidad de la cuenca baja (macrófitas)
Tabla 4-180 Índice de similitud de Bray Curtis en la cuenca baja del río Indio
Tabla 4-181 Índices de diversidad, riqueza y equidad de la cuenca media (macrófitas)
Tabla 4-182 Índice de similitud de Bray Curtis para la cuenca media del río Indio
Tabla 4-183 Índices de diversidad, riqueza y equidad de la cuenca alta (macrófitas)
Tabla 4-184 Índice de Similitud Bray Curtis para la cuenca alta del río indio
Tabla 4-185 Índices de diversidad, riqueza y equidad cuenca baja (insectos acuáticos)
Tabla 4-186 Índices de similitud Bray Curtis para la cuenca baja del río Indio (Insectos acuáticos)
Tabla 4-187 Índices de diversidad, riqueza y equidad de la cuenca media (insectos acuáticos)
Tabla 4-188 Índice de similitud de Bray Curtis para la cuenca media del río Indio (Insectos acuáticos)
Tabla 4-189 Índices de diversidad, riqueza y equidad cuenca alta (insectos acuáticos)
Tabla 4-190 Índice de similitud Bray Curtis para la cuenca alta del río Indio (Insectos acuáticos)
Tabla 4-191 Índices de diversidad, riqueza y equidad cuenca baja (macro invertebrados)
Tabla 4-192 Índice de similitud de Bray Curtis para los macro invertebrados de la cuenca baja del río Indio
Tabla 4-193 Índices de diversidad, riqueza y equidad cuenca media (macro invertebrados)
Tabla 4-194 Índice de similitud de Bray curtis para los macro invertebrados de la cuenca media del río Indio
Tabla 4-195 Índices de diversidad, riqueza y equidad cuenca alta (macro invertebrados)
Tabla 4-196 Índice de similitud Bray Curtis para los macro invertebrados de la cuenca alta del río Indio

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Diagrama de clasificación de las Zonas de Vida según Holdridge
Figura 2-2 Principio de la clasificación del número de orden de una cuenca según Strahler
Figura 2-3 Estimación de la pendiente en grados y porcentaje
Figura 2-4 Esquema de variables que forman parte del análisis de vulnerabilidad de inundación
Figura 2-5 Esquema de la parcela y la disposición de las subparcelas

Figura 4-1 Distribución espacial de las estaciones pluviométricas en la Zona de Estudio
Figura 4-2 Distribución espacial de la Precipitación media anual de la Subcuenca de río Indio hasta la Estación Tres Hermanas
Figura 4-3 Distribución espacial de la Precipitación del río Uracillo hasta la Estación Las Marías
Figura 4-4 Variación de la Precipitación Promedio en la cuenca del río Indio (1987-1996)
Figura 4-5 Variación de la Precipitación Promedio en la cuenca del río Indio (1997-2006)
Figura 4-6 Variación de la Precipitación Promedio en la cuenca del río Indio (2007-2016)
Figura 4-7 Modelo de Balance Hídrico de la cuenca del río Indio
Figura 4-8 Nomograma de Holdridge para estimación del facto F, relación entre ETR y ETP
Figura 4-9 Distribución espacial de la biotemperatura media anual (°C) de la cuenca del río Indio
Figura 4-10 Distribución espacial de la ETP media anual en mm de la cuenca del río Indio
Figura 4-11 Distribución espacial de la ETR media anual en mm de la cuenca del río Indio
Figura 4-12 Distribución espacial de la Escorrentía Superficial en mm de la cuenca del río Indio
Figura 4-13 Distribución espacial del rendimiento específico (qs) en (l/s/Km^2) de la cuenca del río Indio
Figura 4-14 Distribución espacial de la Precipitación media anual (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-15 Distribución espacial de la Precipitación media anual (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-16 Distribución espacial de la Precipitación media anual (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-17 Distribución espacial de la Temperatura media anual (°C) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-18 Distribución espacial de la Temperatura media anual (°C) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016).
Figura 4-19 Distribución espacial de la Temperatura media anual (°C) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-20 Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-21 Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-22 Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-23 Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-24 Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-25 Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016).

Figura 4-26 Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-27 Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-28 Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)
Figura 4-29 Diagrama de clasificación de las Zonas de Vida según Holdridge
Figura 4-30 Sitios de Aforo y Clasificación de Zonas de Vida en los sitios de aforo utilizados como referencia
Figura 4-31 Representación de la forma de una cuenca hidrográfica
Figura 4-32 Principio de la clasificación del número de orden de una cuenca según Strahler
Figura 4-33 Clasificación del Número de Orden en la cuenca del río Indio
Figura 4-34 Relación entre la bifurcación y la respuesta hidrológica
Figura 4-35 Diferentes tipos de forma y su respuesta hidrológica para una cuenca
Figura 4-36 Mapa de clasificación de las subcuencas principales de la cuenca del río Indio
Figura 4-37 Estimación de la pendiente en grados y porcentaje
Figura 4-38 Mapa de Pendientes de la subcuenca del río La Encantada
Figura 4-39 Mapa de Pendientes de la subcuenca del río El Jobo
Figura 4-40 Mapa de Pendientes de la subcuenca del río Uracillo
Figura 4-41 Mapa de Pendientes de la subcuenca del río Teria
Figura 4-42 Red de drenajes en la cuenca del río Indio (Mapa Escala 1:300,000)
Figura 4-43 Ubicación de Estaciones Hidrológicas en Zona de Estudio
Figura 4-44 Precipitación Promedio Anual Subcuencas Principales (1987-2016)
Figura 4-45 Esquema de variables que forman parte del Análisis de Vulnerabilidad de Inundación
Figura 4-46 Esquema de variables que forman parte del Análisis de Vulnerabilidad de Inundación
Figura 4-47 Registro extremo en la estación de Boca de Uracillo en noviembre del año 2006 (Operada por la Autoridad del Canal de Panamá)
Figura 4-48 Ubicación de las figuras durante la visita a la Comunidad de Tres Hermanas contigua al río Teria
Figura 4-49 Imagen del sistema SERVIR que muestra la precipitación acumulada entre el 20 y 26 de noviembre de 2006
Figura 4-50 Precipitación diaria del 21 de noviembre de 2016, estimada satelitalmente por el sistema CAFFG (ACP, 2017)
Figura 4-51 Sitios de referencia ubicadas en la Comunidad de Boca de río Indio
Figura 4-52 Ubicación de casa ubicada en planicie inundable al inicio del recorrido por vereda en la Comunidad de Boca de río Indio
Figura 4-53 Ubicación de casa ubicada en planicie inundable en la desembocadura del río Indio
Figura 4-54 Capa Geológica de la Cuenca del Río Indio

Figura 4-55 Capa de Distancia a los ríos de la cuenca del río Indio
Figura 4-56 Capa de Pendiente en grados de la cuenca del río Indio
Figura 4-57 Capa de Textura del Suelo de la cuenca del río Indio
Figura 4-58 Capa de Uso de Suelo de la cuenca del río Indio
Figura 4-59 Desembocadura del río Indio en las comunidades de Boca de río Indio (margen izquierda) y Pueblo Viejo (margen derecha)
Figura 4-60 Comunidades de Alcarreto influenciados por río Indio (Izquierda) y La Encantada por el río la Encantada (Derecha)
Figura 4-61 Vulnerabilidad en la Confluencia del río Jobo con el río Indio
Figura 4-62 Vulnerabilidad en la zona de ubicación de la Estación de Boca de Uracillo en el río Indio aguas abajo de la confluencia entre los ríos Indio y Uracillo
Figura 4-63 Vulnerabilidad cerca de la Comunidad Tres Hermanas en el río Teria
Figura 4-64 Vulnerabilidad de inundación en tramo bajo de la cuenca del río Indio
Figura 4-65 Vulnerabilidad de inundación en tramo medio de la cuenca del río Indio
Figura 4-66 Vulnerabilidad de inundación en tramo alto de la cuenca del río Indio
Figura 4-67 Distribución de estaciones ocupadas en marea baja
Figura 4-68 Distribución de las estaciones ocupadas en marea alta
Figura 4-69 Posiciones de las estaciones mareográficas de la Red Nacional y el área de estudio
Figura 4-70 Comparación de mareas predichas, altas y bajas, tabla ACP con el programa WXTIDE, estación de referencia Cristóbal-Colón, sep.-oct. 2017
Figura 4-71 Tipos de marea
Figura 4-72 Cuenca de Colombia, Box1. Velocidades Lagrangianas
Figura 4-73 Traqueo de las demarcaciones lagrangianas
Figura 4-74 Trayectoria de la corriente lagrangiana
Figura 4-75 Distribución de temperatura superficial durante la marea baja
Figura 4-76 Distribución de temperatura superficial durante la marea alta
Figura 4-77 Distribución superficial de salinidad UPS, marea baja
Figura 4-78 Distribución superficial de salinidad UPS, durante la marea alta
Figura 4-79 Perfil longitudinal de salinidad durante la marea baja
Figura 4-80 Perfil longitudinal y vertical de salinidad durante la marea alta
Figura 4-81 Perfil longitudinal y vertical de TDS durante la marea alta
Figura 4-82 Perfil longitudinal y vertical de conductividad (µS/cm) durante la marea alta
Figura 4-83 Perfil longitudinal y vertical de densidad durante la marea alta
Figura 4-84 Distancia de los valores de referencia, (salinidad y TDS) marea baja
Figura 4-85 Distancia de los valores de referencia, (salinidad y TDS) marea alta

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 4-1 Perfil longitudinal de la cuenca del río Indio
Gráfica 4-2 Velocidad de infiltración del suelo en Bajo Grande
Gráfica 4-3 Velocidad de infiltración del suelo en Teria.
Gráfica 4-4 Velocidad de infiltración del suelo en El Limón.
Gráfica 4-5 Velocidad de infiltración del suelo en Boca de Uracillo.
Gráfica 4-6 Velocidad de infiltración del suelo en Ultisol típico.
Gráfica 4-7 Velocidad de infiltración del suelo en el Zahino
Gráfica 4-8 Velocidad de infiltración de suelos en Altos de La Mesa y Jordanal
Gráfica 4-9 Velocidad Promedio del Viento en Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-10 Temperatura Promedio del Aire en Las Marías (1987-2016).
Gráfica 4-11 Temperatura Media Máxima Absoluta del aire en Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-12 Temperatura Media Mínima Absoluta del aire en Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-13 Humedad Promedio Mensual en Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-14 Evaporación Promedio Mensual (mm) en Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-15 Doble Masa Boca de Uracillo vs Los Cañones (1987-2016).
Gráfica 4-16 Distribución de la Precipitación Promedio Mensual de la Estación Boca de Uracillo (1987-2016)
Gráfica 4-17 Distribución de la Precipitación Promedio Mensual de la Estación Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-18 Distribución de la Precipitación Promedio Mensual de la Estación Indio Los Chorros (1987-2016)
Gráfica 4-19 Acumuladas de Precipitación en las estaciones de Boca de Uracillo, Indio, Los Chorros y Las Marías (1987-2016)
Gráfica 4-20 Curva de desviaciones de precipitación acumuladas e identificación de períodos secos-húmedos en la cuenca del río Indio
Gráfica 4-21 Variación temporal de la Precipitación Promedio en la cuenca del río Indio (1987-2016)
Gráfica 4-22 Correlación Lineal entre Boca de Uracillo y El Chorro (1987-1994)
Gráfica 4-23 Correlación Lineal entre Boca de Uracillo y Los Cañones (1987-1994)
Gráfica 4-24 Precipitación diaria acumulada del promedio de 20 estaciones de la cuenca del Canal del 1 al 31 de octubre de 1950 a 2017
Gráfica 4-25 Curvas de descarga extrapoladas por ETESA y ACP en la estación Boca de Uracillo en el río Indio
Gráfica 4-26 Histograma de frecuencias de velocidad y rosa de dirección de la corriente
Gráfica 4-27 Ciclo anual del comportamiento de las alturas de oleaje en costas panameñas
Gráfica 4-28 Características del oleaje
Gráfica 4-29 Relaciones funcionales TDS, conductividad y salinidad
Gráfica 4-30 Relación funcional salinidad vs densidad, durante la marea alta
Gráfica 4-31 Comparación de resultados entre tramos (PM_{10})

Gráfica 4-32 Comparación de resultados entre tramos ($PM_{2.5}$)
Gráfica 4-33 Comparación de resultados entre tramos (CO)
Gráfica 4-34 Abundancia de especies en cada una de las parcelas estudiadas
Gráfica 4-35 Las especies más abundantes en el tramo alto
Gráfica 4-36 Las especies más abundantes en el tramo medio
Gráfica 4-37 Las especies más abundantes en el tramo bajo
Gráfica 4-38 Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo alto
Gráfica 4-39 Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo medio
Gráfica 4-40 Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo bajo
Gráfica 4-41 Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área de estudio
Gráfica 4-42 Curva acumulativa de especies en el tramo alto de la cuenca de río Indio
Gráfica 4-43 Curva acumulativa de especies en el tramo medio de la cuenca de río Indio
Gráfica 4-44 Curva acumulativa de especies en el tramo bajo de la cuenca de río Indio
Gráfica 4-45 Curva de acumulación de especies para la cuenca de río Indio
Gráfica 4-46 Número de individuos por especie
Gráfica 4-47 Distribución de especies por estación de muestreo
Gráfica 4-48 Cantidad de especies por estación de muestreo
Gráfica 4-49 Número de especies de peces por tramo para río indio
Gráfica 4-50 Análisis de conglomerados tramo bajo del río Indio
Gráfica 4-51 Análisis de conglomerados del tramo medio de río Indio
Gráfica 4-52 Análisis de conglomerados tramo alto del río Indio
Gráfica 4-53 Curva de rarefacción de muestras para la cuenca baja
Gráfica 4-54 Análisis de conglomerados tramo bajo del río Indio
Gráfica 4-55 Curva de rarefacción de muestras
Gráfica 4-56 Análisis de conglomerados del tramo medio de río Indio
Gráfica 4-57 Curva de rarefacción de muestras
Gráfica 4-58 Análisis de conglomerados tramo alto del río Indio
Gráfica 4-59 Curva de rarefacción
Gráfica 4-60 Análisis de conglomerados del tramo bajo del río Indio (insectos acuáticos)
Gráfica 4-61 Curva de rarefacción
Gráfica 4-62 Análisis de conglomerados del tramo medio del río Indio
Gráfica 4-63 Curva de rarefacción
Gráfica 4-64 Análisis de conglomerados del tramo alto del río Indio
Gráfica 4-65 Curva de rarefacción
Gráfica 4-66 Análisis de conglomerados para el tramo bajo del río Indio
Gráfica 4-67 Curva de rarefacción
Gráfica 4-68 Análisis de conglomerados para el tramo medio de río Indio
Gráfica 4-69 Curva de rarefacción
Gráfica 4-70 Análisis de conglomerados para el tramo alto del río Indio

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Localización regional
Mapa 2	Topografía
Mapa 2a	Hidrografía
Mapa 3	Geología
Mapa 4	Geomorfología
Mapa 5	Cobertura boscosa y uso de suelo de la cuenca de río Indio (año 2017)
Mapa 6	Capacidad de uso y aptitud de los suelos y sitios de muestreos de suelos
Mapa 7	Clima según Mckay
Mapa 8	Precipitación media anual
Mapa 9	Temperatura media anual
Mapa 10	Zonas de vida
Mapa 11	Pendientes
Mapa 12	Vulnerabilidad de inundaciones en la cuenca de río Indio
Mapa 13	Muestreo de agua superficial
Mapa 14	Muestreos de intrusión marina en la boca de río Indio
Mapa 15	Calidad de Aire
Mapa 16	Vegetación según UNESCO
Mapa 17	Fauna terrestre (herpetología, aves y mamíferos)
Mapa 18	Fauna acuática

LISTA DE FOTOS

Foto 2-1 Colecta en superficie de forma directa
Foto 2-2 Colecta de Fondo de superficie de forma directa
Foto 2-3 Coleta en fondo con la botella Niskin
Foto 2-4 Colecta en fondo de forma directa
Foto 2-5 Medición in situ con sonda Horiba
Foto 4-1 Muestreo de Suelos en El Chilar, buscando horizonte Gley
Foto 4-2 Aluviales inundables en tramo bajo
Foto 4-3 Vista de suelos ultisoles en cuenca media del río Indio, mostrando horizonte argílico típico
Foto 4-4 Vista de tramo alto
Foto 4-5 Vista de tramo medio
Foto 4-6 Vista de tramo bajo
Foto 4-7 Puente peatonal sobre el río Teriá
Foto 4-8 Vista de referencia
Foto 4-9 Vista de referencia
Foto 4-10 Vista de referencia
Foto 4-11 Vista de referencia
Foto 4-12 Construcción de la nueva casa comunal
Foto 4-13 Vista de referencia
Foto 4-14 Vista de referencia
Foto 4-15 Nueva iglesia Católica San Mateo
Foto 4-16 Vista de referencia
Foto 4-17 Vista de referencia
Foto 4-18 Vista de referencia
Foto 4-19 Vista de trabajo en campo
Foto 4-20 Vista de referencia
Foto 4-21 Vista de referencia
Foto 4-22 Planicie inundable en la margen izquierda del río Indio frente al poblado Alcarreto

ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACP	Autoridad del Canal de Panamá
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente
CATAPAN	Catastro Rural de Tierras y Aguas de la República de Panamá
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
cm	Centímetro
cm/h	Centímetro por hora
CNA	Centro Nacional de Acreditación
CO	Monóxido de carbono
CR	Peligro Crítico
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DTM	Modelo digital del terreno
EN	Especie en peligro
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá
EX	Extinto
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
gr	Gramos
g/cm^3	Gramo por centímetro cúbico
Hs	Altura de ola significativa
ICGES	Instituto Conmemorativo Gorgas Estudio de la Salud
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
kg/cm^2	Kilogramo por centímetro cuadrado
km	Kilómetro
km/h	Kilómetros por hora
LC	Riesgo Menor
m	Metros
mg/L	Miligramos por litro
MiAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
mm	milímetros
m/s	Metros por segundo

msnm	Metros sobre el nivel del mar
NCEP	National Centers for Environmental Predictions
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NT	Cercano a peligro
OMS	Organización Mundial de la Salud
PM10	Partículas de Diámetro Aerodinámico Menor a 10 Micrómetros
$PM_{2.5}$	Partículas de Diámetro Aerodinámico Menor a 2.5 Micrómetros
PNUD	Programa Nacional de las Naciones Unidas
s	Segundos
SIG	Sistema de Información Geográfica
TDS	Sólidos Disueltos Totales
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UPS	Unidades Prácticas de Salinidad
USDA	United States Department of Agriculture
USEPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia Estadounidense de Protección Ambiental)
UTM	Universal Transverse Mercator
VU	Especie vulnerables
ZC	Zona costera
ZM	Zona de mezcla
ZR	Zona de río
ºC	Grados centígrados
µS/cm	Microsiemens por centímetro
$\mu g/m^3$	Microgramos por metro cúbico
%	Porcentaje

1.0 RESUMEN EJECUTIVO

Como resultado de un trabajo interinstitucional y con una amplia consulta pública, Panamá aprobó el 23 de agosto de 2016, mediante Resolución de Gabinete No. 114, su Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050 "Agua para Todos" (PNSH), cuyo objetivo es garantizar el acceso justo y equitativo del agua a toda la población y sectores productivos en cantidad suficiente y calidad aceptable, asegurando la disponibilidad y protección de los recursos hídricos y los ecosistemas en un clima cambiante. Mediante esta resolución de gabinete, también se creó el Consejo Nacional del Agua (CONAGUA) como la entidad encargada de impulsar, orientar, coordinar y garantizar el desarrollo e implementación del PNSH, y la Secretaría Técnica del CONAGUA, en calidad de coordinadora del CONAGUA, la cual está adscrita al Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE).

El CONAGUA aprobó su Plan de Trabajo 2016-2018, donde se incluye como parte de las acciones de corto plazo para el logro de la Meta 2, *Agua para el desarrollo socioeconómico inclusivo*, la realización de estudios de pre inversión de nuevos reservorios multipropósito (ríos Indio, Bayano, Santa María, La Villa, Perales, Parita, Ocú). Como parte de los trabajos necesarios, está la actualización de la línea base ambiental de la cuenca del río Indio, el cual es el objeto del presente informe final elaborado por URS Holdings, Inc. bajo el Contrato No. 9538-PAN 2017.

El documento, presenta los resultados obtenidos en la identificación y caracterización de la línea base ambiental de la cuenca de río Indio, a través de los componentes físicos y biológicos de la zona. Se registraron e identificaron las fuentes secundarias de información disponibles y se realizaron los análisis de campo requeridos para la actualización y/o validación de la información de la zona.

1.1 Síntesis de las características del componente físico

- **Relieve del área**

Mediante un análisis de los mapas topográficos escala 1:50,000, se identificaron cinco diferentes accidentes topográficos superficiales predominantes a saber: i) Planicies litorales y costeras bajas con cotas menores de 20 msnm, principalmente en el tramo bajo de la cuenca; ii) entre las cotas de veinte y doscientos (20 y 200) msnm se pueden identificar cerros y colinas bajas; iii) montañas medias y bajas, con alturas que oscilan entre los doscientos y cuatrocientos (200 y 400) msnm, se aprecian en el tramo medio de la cuenca; iv) montañas altas, con alturas que varían entre los cuatrocientos y seiscientos (400 y 600) msnm en el tramo medio y tramo alto; y v) picos y cimas de montañas altas entre los que se identifican principalmente el Cerro Gaital, en la parte más alta de la cuenca.

El análisis de los mapas topográficos a escala 1:50,000, permitió identificar las condiciones existentes en cada tramo de la cuenca, que oscilan desde cotas menores que van de 0 a 356 msnm, principalmente en el tramo bajo de la cuenca, las cuales incrementan progresivamente a lo largo de la cuenca hasta alcanzar alturas de 1185 msnm, destacándose en el tramo alto, el cerro Gaital.

- **Geología y Geomorfología**

Geológicamente la cuenca del río Indio, está emplazada sobre formaciones litológicas del periodo terciario inferior- superior e indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico. Tomando en consideración los diferentes niveles altitudinales se puede establecer en base al Mapa Geológico de Panamá, que en la cuenca del río Indio se distinguen nueve (9) formaciones geológicas, de las cuales cuatro son de origen sedimentario (formación Gatún, formación Caimito, formación Chagres del terciario y la formación río Hato del cuaternario), y 5 formaciones de origen volcánico (formación el Valle, la formación Cerro El Encanto, formación Tucué del terciario y las formaciones Cerro Viejo y Cerro El Picacho del cuaternario).

Durante los trabajos de campo, se observaron rocas mayormente de origen volcánico, a saber: i) Andesita sub intrusivas, de textura porfídica, fenocristales de plagioclasas, fenocristales de prioxeno, ii) Basalto vidrioso, volcanita de estructura porfídica, textura granular, hipocristalina, fenocristales de plagioclasas, hipocristalina fenocristales de piroxeno, calcita y magnetita, iii) Limolita tobácea vidriosa de estructura regular, fragmentos angulosos finos en material arcilloso de vidrio volcánico (esquirlas), iv) Arenisca fina, tipo grauvaca, con una estructura clástica, de textura regular, y fragmentos de rocas sedimentarias y volcánicas (limolitas y andesitas meteorizadas), v) Arenisca tobácea con una estructura clástica, de textura regular, vidrio volcánico, fragmentos de plagioclasas, calcita microcristalina.

De acuerdo al mapa geomorfológico de Panamá (1988), el proceso evolutivo de la corteza terrestre en la cuenca de río Indio, ha dado lugar a cinco estructuras geomorfológicas diferenciadas que se distribuyen entre los tres tramos de la cuenca.

- **Suelos**

En el tramo bajo del río Indio encontramos suelos aluviales que han sido depositados por sucesivos procesos de sedimentación con muy poco desarrollo pedogénico que corresponden pedológicamente al Orden Entisoles.

En general en el tramo bajo de la cuenca del río Indio los suelos son profundos, con contenido de materia orgánica de medio a bajo y ácidos.

En el tramo medio del río Indio dominan los suelos Ultisoles ácidos con suelos aluviales en las llanuras fluviales de los ríos Indio, Uracillo y Teriá. En general en el tramo medio de la cuenca del río Indio los suelos tienen niveles medios de materia orgánica.

En el tramo alto del río Indio dominan los suelos Ultisoles ácidos con pendientes altas. En general en el tramo alto de la cuenca del río Indio los suelos son poco profundos, con contenido de materia orgánica de medio a bajo y ácidos. Los niveles de fertilidad (Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Fosforo, Potasio y Capacidad de Intercambio de Cationes) son muy bajos con la excepción de Altos de La Mesa, que son más fértiles.

- **Clima y Zonas de Vida**

La cuenca de río Indio tiene dos zonas climáticas según la clasificación climática de McKay, la más amplia es la que tiene un Clima tropical oceánico con estación seca corta y Clima subtropical con estación seca hacia la parte alta de la cuenca. La clasificación de Zonas de Vida dio como resultado tres clasificaciones: Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Muy

Húmedo Premontano y Bosque Pluvial Premontano. La primera clasificación con distribución espacial en gran parte de la cuenca baja, media y alta, la segunda clasificación en la parte media de la cuenca y el Bosque Pluvial en la parte alta.

- **Hidrología**

Régimen Hidrológico:
La cuenca del río Indio, cuenta con un régimen hidrológico natural que hasta el momento no se ha visto intervenido por el desarrollo de proyecto alguno que presente alteraciones en los caudales del río Indio y sus afluentes principales. La cuenca de río Indio tiene un rendimiento hídrico relativamente bueno caracterizado por su caudal específico de 57.24 l/s/Km2.

El caudal promedio estimado para la cuenca del río Indio hasta su desembocadura es de 34.77 m^3/s. El caudal promedio mínimo estimado para la cuenca del río Indio equivale a 2.39 m^3/s y se registra en el mes de marzo, durante la recesión de caudales de la estación seca. El caudal promedio máximo estimado se registra durante el mes de noviembre con un valor de 168.66 m3/s.

Calidad de aguas superficiales:
Para el tramo alto se colectaron muestras de superficie y de fondo en 3 secciones de río Indio y en 3 de sus afluentes, siendo estos los ríos Jordanal, Teriá, Teriacito y Uracillo. Los mediciones en campo en las 3 secciones del río Indio muestreadas registraron rangos de pH entre 7.04 y 7.9. La conductividad eléctrica registró valores inferiores a 1.0 µS/cm. En lo referente a los niveles de oxígeno disuelto oscilaron entre 8.18 y 9.13 en las secciones evaluadas del río Indio.

Los resultados del análisis de coliformes fecales en las muestras de agua del tramo alto colectadas en las tres secciones del río Indio registraron concentraciones a nivel de superficie de 800 UFC/100 ml en las Claras Abajo, 900 UFC/100 ml en Altos de la Mesa y 800 UFC/100 ml en Río Indio de los Chorros. Los niveles de turbiedad en las muestras de río Indio estuvieron entre 3.2 y 9.5 NTU, mientras que en las muestras de fondo osciló entre 1.3 y 19.1 NTU. Por su parte la DBO5, mostró resultados menores a 1.0 mg/l y 1.2 mg/l en las muestras de superficie mientras que en las de fondo estuvieron entre <1.0 y 1.5 mg/l. La concentración de fósforo registró concentraciones menores a 0.1 mg/l, los nitratos estuvieron entre 0.1 y 1.5 y los metales indicaron concentraciones por debajo a los 0.01 mg/l a excepción de la muestra de fondo la cual registró para arsénico 0.07 mg/l.

Para el tramo medio el valor de pH en las muestras de superficie medida en la sección evaluada de río Indio en Boca de Uracillo registró valores de 6.88, mientras que en río Teriá el pH fue de 6.91. La conductividad en superficie en río Indio fue de 0.062 µS/cm, mientras que en río Teriá fue de 0.045. Los niveles de oxígeno disuelto a nivel de superficie para los ríos Indio y Teriá fue de 8.46 y 8.35 mg/l respectivamente.

Los niveles coliformes fecales en tramo medio río Indio tanto en superficie como en fondo (3,500 UFC/100 ml), mientras que en río Teriá registró concentraciones de 600 UFC/100 ml en superficie y 400 UFC/100 ml en fondo. Los valores de la turbiedad en la sección de río

Indio en Boca de Uracillo estuvieron en 11.6 NTU y en río Teriá en Tres Hermanas fue de 10.8 para las muestras de superficie tanto a nivel de profundidad las cuales fueron de 12.8 y 8.3 NTU respectivamente. Los resultados para la demanda de oxígeno (DBO5) estuvieron inferiores a 1 mg/l en todas las muestras de los ríos Indio y Teriá. Los niveles de fósforo para el tramo medio estuvieron por debajo a <0.1 mg/l, mientras que los nitratos registraron concentraciones de 0.1 mg/l, en cuanto a metales todos registraron concentraciones inferiores a 0.01 mg/l.

En el tramo bajo las secciones de río Indio evaluadas en los sitios El Charcón y Dominical registraron valores de pH entre 6.2 y 6.91. La conductividad fue mayor en la sección del río Indio en El Charcón con 3.19 µS/cm, inferior en el sitio de muestreo en Dominical con 0.066 µS/cm. Los niveles de oxígeno disuelto en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical fue de 6.01 y 7.75 mg/l a nivel de superficie.

Se registran niveles altos de coliformes en las dos secciones del río Indio del tramo bajo, a nivel de superficie fue de 2,600 UFC/100 ml en el Charcón y 4,500 UFC/100 ml en Dominical. La turbiedad en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical a nivel de superficie estuvo entre 15.9 y 17.1 NTU y a nivel de fondo fue de 15.7 y 16.8. Los resultados de la DBO5 en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical fueron de 1.0 y <1.0 mg/l respectivamente a nivel superficie y a nivel de fondo fue de 1.1 y <1.0 mg/l para ambos sitios.

Para este tramo bajo los niveles de fósforo en todas las muestras fueron inferiores a 0.1 mg/l tanto en río Indio como en sus afluentes; las concentraciones de nitratos en las secciones de río Indio evaluadas fueron de 0.2 y 0.1 mg/l a nivel de superficie, a nivel de fondo registraron concentraciones de 0.2 y 0.5 mg/l. Los niveles de metales pesados en todas las muestras estuvieron por debajo de 0.01 mg/l a excepción de la muestra de fondo de río Indio en El Charcón el cual registró 0.07 mg/l.

A nivel general se pudo constatar que la mayoría de los parámetros evaluados en campo *(pH, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto)* y en laboratorio *(turbiedad, DBO_5, fósforo, nitratos y metales)* cumplen con el Decreto Ejecutivo No.75, el cual establece los niveles de calidad para las aguas continentales para uso recreativo. Sin embargo, cabe destacar, que todos los tramos de la cuenca presentan elevadas concentraciones de coliformes fecales, siendo clasificadas como aguas de alto riesgo según la normativa. Entre los principales factores que aportan a estas elevadas concentraciones de coliformes fecales destacan los siguientes: la explotación ganadera a través de toda la cuenca; el aporte que puedan dar las comunidades cercanas al río; el aporte de la fauna nativa; y por último, la estación lluviosa en que se desarrolló el muestreo. Debido al cambio climático, la estación lluviosa ha sido más intensa, lo cual ha promovido la generación de escorrentía, que arrastra sedimentos y microorganismos asociados a las heces a los cuerpos de agua. A nivel específico, cuatro (4) puntos de muestreo en el tramo bajo de la cuenca presentan niveles de turbiedad que exceden los criterios de bajo riesgo y riesgo medio.

Corrientes, Mareas, Oleajes e Intrusión Marina:
Con el análisis realizado en la zona de estudio se determinó que la marea es tipo micromareal y mixta. Así mismo los resultados señalan, que el mar adyacente a la desembocadura de río

Indio está influenciado por la corriente sub-inercial o contracorriente de Panamá. En cuanto, a los porcentajes de frecuencia de velocidades; tenemos un rango de dispersión desde velocidades de baja frecuencia a moderadas; siendo el rango de 0.15-0.20 cm /s.

Las alturas significantes promedio o frecuentes de las olas representan el mayor porcentaje de ocurrencia y se ubican en un rango de 0.25-0.50 m por el orden del 77% y un rango de dispersión entre 0-0.75m de baja frecuencia de ocurrencia. Las alturas peak, igualmente se ubican en el mismo rango con un porcentaje 60% y una dispersión a 0.75 m con el orden de 39 %.

Por otra parte, se aprecia una gran concentración de datos con períodos bajos entre los 6-9 segundos y los mismos representan alrededor de un 35% del total de los datos, mientras que el 25% restante se ubica en un rango de 3-6.0 segundos y un 24 y 8% más amplio que va desde los 9.0 -12 y 15-18 segundos respectivamente. Respecto, a la distribución de las direcciones, los resultados evidenciaron un claro predominio del oleaje proveniente desde el NE (80%), con una componente importante de la dirección ENE 20%. Por otro lado, en la zona de desembocadura particularmente en la marea baja, se observa un oleaje moderado, pero el mismo tiene su origen en el esfuerzo tangencial del flujo del río.

La distribución superficial de temperatura presenta una estratificación ligera, aumentando gradualmente desde la parte interna del río hacia el mar, en marea bajando, con valores por el orden de 26.6 a 30 ° C y ligeramente menos cálida en marea alta.

Por su parte, la distribución superficial de salinidad sigue el patrón de temperatura superficial. Durante la pleamar +1 o marea llenante se observa, a nivel superficial como la onda de marea empuja el agua mezclada de salinidad relativa baja, entre 1.5 a 13 UPS, hacia el cauce del río, ocupando los primeros 185 m de distancia desde su desembocadura. La salinidad se encuentra en rangos uniformes desde la superficie hasta el fondo en la zona de mezcla; pero el agua de mar es uniformemente diluida desde los valores del mar adyacente 28 UPS; donde se origina una estratificación vertical y horizontal a salinidad cero en la desembocadura del río.

Los sólidos totales disueltos estuvieron entre 29.44 g/L a los 10 m en el mar adyacente, y disminuye gradualmente hacia el interior del río presentando una estructura uniforme desde superficie al fondo en la desembocadura y alcanzando un valor mínimo en la columna de 0 g/L. Por otro lado, la conductividad osciló con valores por el orden de 57 a 48800 µS/cm.

- **Calidad del Aire**

Las concentraciones de PM_{10} se mantuvieron en niveles similares para la mayor parte de los puntos, oscilando entre 9.15 y 14.8 $\mu g/m^3$ a excepción de dos puntos, La Mesa y Boca de Río Indio, donde los niveles se elevaron a 184.81 y 389.74 $\mu g/m^3$, respectivamente.

Los niveles de material particulado fino ($PM_{2.5}$) mostraron concentraciones que se mantuvieron en niveles bajos, al compararlos con las normativas de referencia, ya que no se exceden los límites establecidos en el anteproyecto para Panamá (150 $\mu g/m^3$) y en las guías de la OMS (50 $\mu g/m^3$).

Los registros de monóxido de carbono reflejaron una concentración que se considera baja, al compararla con el límite máximo indicado en el anteproyecto de norma para Panamá. No obstante, se evidenció la influencia de las vías de circulación sobre las concentraciones registradas, ya que los puntos de medición donde las carreteras se encontraban a menor distancia, presentaron las mayores concentraciones.

Analizando los resultados obtenidos según tramo, se indica que para el tramo alto los resultados alcanzan valores variables entre los puntos de medición, de tal manera que el material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), reportó mayor concentración en el área de Altos de La Mesa, mientras que el material particulado menor a 2.5 micras o $PM_{2.5}$, se presentó en mayor cantidad en el área de El Harino. Los resultados además indicaron ligera presencia de concentración de monóxido de carbono en este tramo de la cuenca. Sin embargo, estos resultados no superan el límite establecido en el anteproyecto de norma para Panamá, aunque la concentración promedio del material particulado menor a 10 micras, supera el límite señalado en las guías de calidad ambiental de la OMS.

Para el tramo medio, tanto el material particulado como el monóxido de carbono se presentaron en mayores concentraciones en el punto de medición ubicado en El Limón respecto al ubicado en Tres Hermanas, pero en ambos casos muy por debajo de los límites establecidos en el Anteproyecto de Norma que adelanta MiAMBIENTE, esto relacionado con la ausencia de fuentes significativas de contaminantes atmosféricos en la zona.

En cuanto al tramo bajo, los resultados indican que las condiciones existentes en los dos puntos de medición las concentraciones son menores a los límites señalados en las normas de referencia, con la excepción del material particulado grueso PM_{10} en el área de Boca del río Indio, aunque esto pudiera ser relacionado con aportes naturales.

1.2 Síntesis de las características del componente biológico

- **Flora terrestre**

Para conocer la diversidad alfa del área en estudio, se estableció un muestreo sistemático aleatorio, se establecieron 15 parcelas permanentes y 10 transectos. En total se identificaron 757 especies, distribuidas en 234 familias. En el tramo alto, se reportaron 84 familias y 285 especies; en el tramo medio, 63 familias y 175 especies; y en el tramo bajo, 87 familias y 297

especies. Las familias con el mayor número de especies fueron Fabaceae, Rubiaceae y Arecaceae con 38, 34 y 23 especies, respectivamente.

Se utilizó el índice de similaridad cualitativo de Sorensen (Cs) para obtener los coeficientes de similaridad los cuales se emplean para comparar comunidades con atributos similares y también expresan la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias, con esto se identificó que los tramos comparten menos del 40% de las especies entre ellos, siendo que la mayor similitud se da entre el tramo alto y el tramo medio (0.39), mientras que, la similitud es menor entre el tramo medio y el bajo (0.20).

A partir de los datos obtenidos en las parcelas, se calculó además el Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies registradas. En el tramo alto, el valor mayor de IVI lo obtuvo la especie *Conceveiba pleiostemona,* en el tramo medio *Inga* sp. y en el tramo bajo *Elaeis guineensis*.

En el área de la cuenca de río Indio, se reportaron dos especies endémicas, *Amphitecna spathicalyx* (calabazo de montaña) y *Zamia skinneri*, dentro Bosque Maduro en el Tramo Alto. Además se reportaron nueve especies introducidas o exóticas: marañón curasao (*Syzygium malaccense*), mango (*Mangifera indica*), cítrico (*Citrus japonica*), cañaza (*Bambusa* sp.), pasto mejorado (*Brachiaria decumbens*), café (*Coffea arabica*), *Acacia mangium,* así como las especies invasoras *Flemingia strobilifera* y paja canalera (*Saccharum spontaneum*).

Por otro lado, al revisar el estado de conservación de las especies registradas para la cuenca del río Indio, 14 especies presentan algún nivel de amenaza. De éstas, según las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), dos especies se reportan en peligro (EN) y 21 especies son consideradas vulnerables (VU). Adicionalmente, de acuerdo con la UICN (2017) se registran cuatro especies con preocupación menor (LC), una considerada vulnerable (VU), una en peligro (EN) y una en peligro crítico (CR). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), se registran una especie incluida en el Apéndice I y dos especies en el Apéndice II.

De las 757 especies identificadas en la cuenca de río Indio, solo 36 especies tienen valor comercial según la Resolución No. AG-0066-2007 del Ministerio de Ambiente y del portal en internet de los Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá del Centro de Ciencias Forestales del trópico (CTFS) del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

Los porcentajes de cobertura boscosa y uso de suelo para el año 2017 y el total de vegetación según UNESCO 2017, se muestran en las Tablas 1-1 y 1-2 a continuación.

Tabla 1-1
Cobertura boscosa y uso de suelo 2017 – Totales por cuenca y tramos

	Hectáreas total y porcentajes Cuenca de río Indio		Porcentajes tramos		
			Alto	Medio	Bajo
CATEGORIAS	**Ha**	%	%	%	%
Agua	496.76	0.86	0.60	1.29	0.79
Bosque Intervenido	19,518.03	33.66	28.63	36.69	36.95
Bosque Maduro	8,569	14.78	32.83	1.12	5.38
Bosque Secundario Maduro	6,582.87	11.35	9.63	14.84	10.39
Mangle	6.40	0.01	-		0.03
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	5,411.30	9.33	9.65	11.10	7.44
Poblados	652.96	1.13	1.21	1.10	1.05
Uso Agropecuario Extensivo	7,136.40	12.31	8.86	15.13	13.93
Uso Agropecuario Intensivo	9,605.23	16.57	8.60	18.72	24.03
	57,979.50	**100.00**	**100**	**100**	**100**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2018

Tabla 1-2
Tipos de vegetación según UNESCO – Total por cuenca de Río Indio y tramos

Categorías de UNESCO	Tramo Alto		Tramo Medio		Tramo Bajo	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado montano (1000-1500) bastante intervenido	0.36	0.00				
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado montano (1000-1500) poco intervenido	36.25	0.16				
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1000) bastante intervenido	132.51	0.59				
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado montano (1000-1500)	179.54	0.80				
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1000) poco intervenido	762.65	3.40				
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa espontánea significativa (menor de 10%)	1,926.07	8.60	3,073.81	18.72	4605.36	24.04
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)	1,983.71	8.86	2,484.36	15.13	2,668.33	13.93
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido	2,029.51	9.06	1,822.76	11.10	1,426.16	7.44
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1000)	3,045.17	13.59				
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	5,614.05	25.06	6,024.22	36.69	7,080.84	36.95
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrofilo tropical de tierras bajas	6,286.31	28.06	2,620.45	15.96	3,020.97	15.77
IA5 Bosque de Manglar					6.40	0.03
Agua	133.98	0.60	211.46	1.29	151.31	0.79
P Poblados	270.48	1.21	180.73	1.10	201.74	1.05
Total por tramo	**22,400.60**	**100.00**	**16,417.80**	**100.00**	**19,161.10**	**100.00**
Total en cuenca	**57,979.50 hectáreas**					

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2018

En el tramo alto de la cuenca de río indio se observaron las siguientes coberturas vegetales: bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1000-1500 msnm), bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1000), bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000 msnm) poco intervenido, bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas poco intervenido, bosque perennifolio ombrofilo tropical

latifoliado de tierras bajas bastante intervenido, sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa (< 10%).

En el tramo medio de la cuenca de río indio se observaron las siguientes coberturas vegetales: bosque maduro / bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas, bosque intervenido / bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas - poco intervenido, bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas bastante intervenido, sistema productivo de vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%), sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (< 10%).

Por su parte en el tramo bajo de la cuenca de río indio se observaron las siguientes coberturas vegetales: bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas, bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido, bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido, sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa (10-50%), sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa (<10%), plantación de palmas, manglar.

- **Fauna terrestre**

Herpetología
Para actualizar la información de anfibios y reptiles se realizó revisión de fuentes secundarias y muestreo de campo. Se registró un total de 74 especies de herpetofauna. Se registraron 33 especies de anfibios y 39 especies de reptiles. La familia más representativa entre los anfibios fue la Hylidae, con 10 especies, mientras que entre los reptiles fue la familia Colubridae con nueve especies.

Basado en los datos preliminares, la mayor parte de las especies registradas hasta el momento, corresponden a especies de amplio ámbito hogareño. Estas son especies con pocas restricciones de hábitat y que por lo tanto se le puede ver en muchos tipos de cobertura y estados sucesionales.

Los resultados en la zona de estudio, especialmente en los tramo medio y bajo de la cuenca, reflejan intervención humana, lo que ha resultado en la destrucción o transformación de los hábitats naturales, a usos de suelo que no contienen especies con mayores restricciones de hábitat.

Aves
Para actualizar la información de aves se realizó revisión de fuentes secundarias y muestreo de campo lo cual incluyó la captura de aves con redes de niebla, búsquedas generalizadas y registros de vocalizaciones en diferentes tipos de hábitat.

En río Indio en los tramos alto, medio y bajo se registró un total de 1192 individuos, 198 especies de aves, 44 familias más un Incertae Sedis (familia por definir taxonómicamente) y 19 órdenes. Passeriformes fue el orden más representativo con 122 especies (61%), 21 familias más un Incertae Sedis. Tyrannidae, Thraupidae y Trochilidae fueron las familias más diversas con 29, 21 y 15 especies respectivamente. Se registraron 20 especies migratorias y una especie migratoria/ local el elanio tijereta (*Elanoides forficatus*). El tramo bajo con

116 especies fue el más diverso, seguido del tramo alto con 110 especies y por último el tramo medio con 93 especies.

El número de especies contempladas bajo categorías de conservación fue de 26 para el tramo alto, 14 para el tramo medio y 20 especies para el tramo bajo. Se estimó el índice de similitud para comparar el grado de parecido entre las avifaunas de los tres tramos. La mayor similitud se obtuvo entre el tramo alto y medio, con un 24.63% de parecido. Entre el tramo alto y bajo la similitud fue del 8.8% y entre el tramo medio y bajo fue de 15.00%.

Mamíferos
Para obtener información se utilizaron métodos como captura con redes de niebla, capturas de animales vivos con trampa, recorridos en transectos lineales, cámaras trampas.

En toda el área de estudio se obtuvieron registros de 51 especies, 21 familias y nueve órdenes de mamíferos. Entre las especies observadas, según las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), se reporta una especie en peligro (EN) y ocho especies consideradas vulnerables (VU). Adicional de acuerdo con la UICN se registra una especie considerada vulnerable (VU). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se registran cinco especies incluidas en el apéndice I, una especie en el apéndice II y dos especies en el apéndice III.

El tramo de la cuenca con el mayor número de especies únicas fue el tramo alto con 16 que no se registraron en los demás tramos de estudio.

Con el propósito de establecer la semejanza entre la composición taxonómica de los tramos alto, medio y bajo de la cuenca utilizamos el índice cualitativo de Similitud de Sorensen (Cs). Se obtuvo un rango de similitud entre los sitios del 54-64 %, con predominancia entre 54-55%. El tramo alto es el sitio que comparte más especies (Cs= 64.8%) con los otros tramos (medio y bajo) mientras que el tramo bajo y medio comparte ligeramente más de la mitad de las especies (Cs= 54.5-55.3%). El tramo alto comparte con el tramo medio la mayoría de las especies (Cs= 64.8%). El tramo bajo con el tramo alto muestran la menor similitud (Cs= 54.5%). (Cuadro 4.0).

- **Vectores transmisores de enfermedades**

En el tramo alto se obtuvo una elevada diversidad de insectos de importancia de interés médico-veterinario. El principal grupo correspondió a los Psychodidae (moscas de la arena) con 690 individuos, le siguieron en orden descendente los Culicidae (mosquitos) con 382 individuos, los Tabanidae (tábanos) con 16 individuos y los Simuliidae (moscas negras) con 45 individuos y Ceratopogonidae (chitras) con 58 individuos y con dos individuos de dos especies de chinches (*Panstrongylus geniculatus y Triatoma dimidiata, ambos de la familia Reduviidae.*

En el tramo medio se obtuvo una moderada diversidad de insectos de importancia de interés médico-veterinario. El principal grupo correspondió a los Psychodidae (moscas de la arena) con 584 individuos, le siguieron en orden descendente los Culicidae (mosquitos) con 228 individuos, los Tabanidae (tábanos) con 4 individuos y los Simuliidae (moscas negras) con 36 individuos y Ceratopogonidae (chitras) con 21 individuos.

En el tramo bajo se obtuvo una moderada diversidad de insectos de importancia de interés médico-veterinario. El principal grupo correspondió a los Psychodidae (moscas de la arena) con 267 individuos, luego los Culicidae (mosquitos) con 191 individuos, los Tabanidae (tábanos) con 6 individuos y los Simuliidae (moscas negras) con 2 individuos y Ceratopogonidae (chitras) con 1 individuo.

- **Fauna acuática**

Macro-invertebrados
De las 5 especies de crustáceos decápodos identificados para toda la cuenca, en el tramo bajo solo se reportan 4, siendo *Macrobrachium carcinus* la especie más notable con 56 ejemplares, mientras que la estación ubicada en el río Indio frente a la escuela Dominical (5) presenta la mayor cantidad de crustáceos capturados con 42.

Ciento sesenta y nueve crustáceos decápodos fueron colectados en el tramo medio del río Indio, donde el punto de muestreo 6 (QS/N arriba Boca de Uracillo camino a Coquillo) y 7 (Frente a pueblo sobre Boca de Uracillo/), representan cerca del 88% del total de las especies colectadas. Este es el tramo con la mayor cantidad de organismos colectados. Por su parte, la especie *Atya scabra* y *Potimirin glabra* fueron las especies que más individuos reportaron con 46 y 55 ejemplares respectivamente.

Ciento nueve crustáceos decápodos de cinco especies diferentes fueron colectados en el tramo alto de la cuenca hidrográfica del río Indio. *Atya scabra* y *Macrobrachium carcinus* fueron los organismos más conspicuos en las colectas realizadas con 39 y 28 individuos cada una. *Macrobrachium heterochirus* fue el decápodo menos colectado con solo dos ejemplares.

Insectos
Se registró la presencia de algunas familias de insectos que se caracterizan por ser indicadoras de ríos no contaminados o que toleran amplios rangos de condiciones ambientales (Baetidae), otras familias son indicadoras de aguas limpias o raramente contaminadas como Leptohyphidae, o buena calidad del agua (Notonectidae). También se pueden resaltar especies que se desarrollan en diferentes hábitats como la familia Gomphidae que se encuentra en sitios que presentan acumulación de hojas y Philopotamidae que puede ser localizado en gran variedad de hábitats lóticos y lenticos.

En el tramo bajo los dípteros fueron los organismos más numerosos con 47 ejemplares de una especie de la familia Simulidae. En el tramo medio los *Farrodes sp.*, (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) y *Chironomus sp.* (Diptera, Chironomidae) son las especies que mejor están distribuidos al reportarse en las 4 estaciones ubicadas en esta sección. En el tramo alto la familia Simulidae (orden Diptera) y Leptohyphidae (orden Ephemeroptera) son los mejor representados con 49 y 46 organismos, respectivamente.

Ictiofauna
Las especies con el mayor número de individuos colectados fueron *Astyanax aeneus* (sardina) con 74 individuos, *Brycoamericus emperador* (sardina) con 68 y *Brycon obcurus* (sardina blanca) con 54 individuos.

Al hacer el análisis por tramo de muestreo de las estaciones que registraron la mayor diversidad de especies de peces, el registro nos indica que la estación 9 localizada en el tramo medio presenta el mayor número de especies, seguidas de las estaciones 8 también del tramo medio y las estaciones 12 y 13 del tramo alto cada una con 9 especies. La estación que presento el menor número de especies fue la 6 del tramo bajo.

Al comparar la diversidad de especie de peces por tramo para la temporada lluviosa, se observa que los tramos medio y bajo registran igual número de especies de peces con 15 especies cada una y el tramo alto registra 16 especies de peces.

En el muestreo realizado no se registró ninguna especie en alguna categoría de protección en leyes nacionales o internacionales.

De acuerdo a los resultados obtenidos se reportan la presencia de tres de las especies consideradas como migratorias como lo son: *Sycidium altum, Agonostomus monticola* y *Joturus pichardi* principalmente en las estaciones ubicadas en el tramo alto y medio de la cuenca de río Indio, las cuales también se consideran como especies indicadoras de buena calidad de hábitat porque requieren de condiciones muy especiales para su permanencia en los ríos, además mantienen un valor ecológico y económico dentro del área de la cuenca del río Indio, ya que las tres especies representan una fuente de alimento y de valor económico para las comunidades de la cuenca. El hábitat preferido de estas especies son las grandes corrientes de los ríos ya que requieren de altos niveles de oxígeno.

- **Flora acuática**

Treinta y un (31) especies diferentes de macrófitas se reportan para el tramo bajo del río Indio. En este tramo la *Pavonia schiedeana* Steud. *(*Malvaceae) o mozote fue la especie de más alta representación encontrándose en cuatro de las cinco estaciones colectadas.

Treinta (30) especies de macrófitas son reportadas en las estaciones muestreadas en el tramo medio de río Indio. Por su parte en el tramo alto se reportan treinta y cuatro (34) especies, siendo la especie conocida como siria (*Chrysothemis friedrichsthaliana (Hanst.) H.E. Moore)* de la familia Gesneriaceae, la que estuvo presente en cuatro de los cinco estaciones evaluadas.

2.0 INTRODUCCIÓN

El **Informe Final de Línea Base Ambiental** elaborado por URS Holdings, Inc. constituye uno de los productos contemplado en los términos de referencia del contrato denominado "Servicios Profesionales Especializados para la Elaboración de la Línea Base Ambiental para la cuenca de río Indio" bajo el Contrato No. 9538-PAN 2017, el mismo comprende las actividades realizadas en el periodo del 29 de junio de 2017 al 11 de diciembre de 2017.

El referido contrato dio inicio una vez emitida la orden de proceder, la cual fue a partir del día 29 de junio del 2017.

De acuerdo con los términos de contratación, mediante el informe final se propone presentar a PNUD y a la ACP la integración de todos los productos desarrollados de acuerdo a las secciones 2.1, 2.2 y 2.3 descritos en el Alcance de los Servicios de los Términos de Referencia.

2.1 Objetivo

El presente Producto No. 3 tiene como objetivo dar cumplimiento a los requerimientos de los términos de referencia (TdR) del contrato No. 9538-PAN 2017, recopilando e integrando todas las actividades realizadas para el estudio, en cuanto a las generalidades de la cuenca del río Indio, su línea base física y su línea base biológica.

2.2 Estructura del informe

El informe ha sido organizado de tal manera que facilite al lector su revisión y permita apreciar rápidamente los productos generados durante el periodo transcurrido entre el 20 de julio de 2017 y el 11 de diciembre de 2017. Las secciones principales del informe final son:

- **Introducción.** Presenta los objetivos, el resumen de las actividades realizadas en el periodo de ejecución y la estructura del informe.

- **Cuenca de río Indio.** Este capítulo muestra las principales generalidades del río Indio, tales como datos de antecedentes, ubicación, límites y componentes de la cuenca así como su división política administrativa.

- **Resultados de línea base ambiental.** En este capítulo se realiza la descripción del ambiente físico de la cuenca de río Indio, considerando información relacionada con aspectos geológicos, suelo, calidad de aire, entre otros. También se incorporan los resultados del levantamiento de la línea base biológica, para los aspectos de flora, fauna terrestre y fauna acuática, así como de vectores.

- **Limitaciones y Alternativas Propuestas.** Este capítulo detalla las dificultades encontradas durante la ejecución de las actividades y su repercusión sobre el avance, calidad y/o presupuesto del contrato. Además, cuando se considera relevante, se presenta una serie de alternativas para superar las dificultades encontradas.

- **Bibliografía.** Este capítulo presenta el compendio de las referencias bibliográficas que fueron consultadas para la elaboración de este documento.

- **Anexos.** Los anexos proporcionan información de apoyo que sustenta el análisis realizado, el cual incluye cronograma de progreso, certificaciones de calibración de los equipos de monitoreo, formularios de campo, entre otros.

2.3 Metodología del levantamiento de la línea base ambiental

2.3.1 Elaboración de mapas temáticos y modelos digitales

A continuación se describen las metodologías utilizadas para la generación de los mapas de cobertura boscosa y uso de suelo; y la generación de la topografía y relieve del área a partir del modelo digital del terreno.

2.3.1.1 Metodología para la generación de la topografía y relieve por medio del modelo digital del terreno (DTM).

Utilizando el modelo digital del terreno (DTM) de 10 metros IFSAR (Synthetic Aperture Radar), proporcionado por la ACP, se procedió a realizar una verificación de campo con equipo GPS de precisión y la toma de puntos control. De esta manera, se logró determinar la precisión de este DTM, el cual según nuestra verificación y comparación nos genera una exactitud confiable para estos trabajos y análisis.

Una vez realizado esta verificación de campo se procedió a generar curvas de nivel a intervalos de 20 metros, con curvas índices a intervalos de 100 metros, la cual está plasmada en el Mapa Nº. 2 de Topografía e Hidrografía el cual se adjunta al final del documento. Para la generación de esta curva de nivel se utilizó Arcgis 10.5, donde se procedió a cortar el dtm con el límite de la cuenca de río Indio, y posteriormente se procedió a utilizar el módulo de Spatial Analyst Tool, que junto a la herramienta de Contour generaron las curvas de nivel al intervalo indicado.

Los resultados obtenidos de este modelo nos indican, que el tramo alto de la cuenca de río Indio, cuenta con las mayores altitudes que oscilan hasta 1169 metros, siendo estas altitudes en las áreas cercanas a la comunidad del Valle de Antón. El tramo medio de la cuenca, tiene elevaciones entre los 59 a 397 metros, con un elevación predominante de los 200 metros, siendo el lado Este hacia el sector de la comunidad de Tres Hermanas, el de más altura, y por último el tramo bajo de la cuenca, cuenta con altitudes entre 0 a 356 metros, dónde la cota predominante es la de 100 metros, y el lado de máxima altura es el lado Sureste, cerca al límite del tramo medio y de la comunidad de La Encantada.

2.3.1.2 Metodología para la elaboración del mapa de vegetación según UNESCO

Según el Atlas de la República de Panamá elaborado por el Ministerio de Ambiente, este mapa de tipos de vegetación según UNESCO, a diferencia del mapa de cobertura boscosa y uso de suelo, toma en consideración de una manera más detallada la composición florística de las formaciones vegetales, así como su ubicación geográfica dentro de clases altitudinales, de tal manera que permite el desarrollo del conocimiento sobre las diferentes categorías naturales de vegetación, las áreas de producción agropecuaria, la conservación, la educación, la planificación, el ordenamiento territorial, al manejo de la deforestación y reforestación y los inventarios forestales.

Como insumo principal en la generación de mapa, se utilizó el mapa final de cobertura boscosa y uso de suelo 2017 elaborado para la cuenca de río Indio, y se hizo una unión de esta información geográfica, con las categorías altitudinales en los siguientes gradientes:

- Las tierras bajas serían aquellas ubicadas por debajo de la línea de temperatura de 24°C, que más o menos corresponde a 500 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el Caribe.
- Nivel submontano, (de 500 a 1,000 msnm en el Caribe)
- Nivel montano inferior, (de 1,000 a 1,500 msnm en el Caribe)

Utilizando Arcgis 10.5 se procedió a realizar una sobreposición de coberturas geográficas utilizando la herramienta de ArcToolbox, donde se unió o intersectó las zonas altitudinales descritas en los rangos antes mencionado, con la cobertura boscosa y uso de suelo 2017. Posteriormente, se aplicó la siguiente matriz, con los resultados descritos en la tabla a continuación:

Tabla 2-1
Resultados de cobertura boscosa y uso de suelo versus rangos de elevación

Cobertura Boscosa y Uso de Suelo	Rango de Elevación (en msnm)	Resultado
Bosque Intervenido	Menor de 500	I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas – poco intervenido
	500 - 1000	I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000) poco intervenido
	1000-1500	I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500) poco intervenido
Bosque Maduro y Bosque Secundario Maduro	Menor de 500	I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas
	500 - 1000	I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000)
	1000 - 1500	I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500)
Vegetación arbustiva y rastrojo	Menor de 500	I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas – bastante intervenido
	500 - 1000	I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000) bastante intervenido

Cobertura Boscosa y Uso de Suelo	Rango de Elevación (en msnm)	Resultado
	1000 - 1500	I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500) bastante intervenido
Uso Agropecuario de Subsistencia Extensivo		S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontánea significativa (10-50%)
Uso Agropecuario de Subsistencia Intensivo		S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontánea significativa (menor de 10%)
Poblados		P Poblados
Mangle		IA5 Bosque de Manglar

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

En consecuencia, por cada tramo de la cuenca, se obtuvieron distintas superficies para cada una de las coberturas identificadas. El mapa final (Mapa 16) se presenta al final del capítulo. En las tablas 2-2, 2-3 y 2-4 se presentan la superficie total, para cada tramo de la cuenca, en hectáreas y porcentaje.

Tabla 2-2
Tipos de vegetación según UNESCO - Tramo alto de la cuenca

Categorías de UNESCO	Hectáreas	%
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500) bastante intervenido	0.36	0.0
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500) poco intervenido	36.25	0.16
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000)bastante intervenido	132.51	0.59
Agua	133.98	0.60
I.A.1.c.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1000-1500)	179.54	0.80
P Poblados	270.48	1.21
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000) poco intervenido	762.65	3.40
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa espontanea significativa (menor de 10%)	1,926.07	8.60
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)	1,983.71	8.86
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido	2,029.51	9.06
I.A.1.b.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1000)	3,045.17	13.59
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	5,614.05	25.06
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas	6,286.31	28.06
	22,400.60	**100**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

Tabla 2-3
Tipos de vegetación según UNESCO - Tramo medio de la cuenca

Categorías de UNESCO	Hectáreas	%
P Poblados	180.73	1.10
Agua	211.46	1.29
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido	1,822.76	11.10
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)	2,484.36	15.13
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas	2,620.45	15.96
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (menor de 10%)	3,073.81	18.72
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	6,024.22	36.69
	16,417.80	**100.00**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

Tabla 2-4
Tipos de Vegetación según UNESCO - Tramo bajo de la cuenca

Categorías UNESCO	Hectáreas	%
IA5 Bosque de Manglar	6.40	0.03
Agua	151.31	0.79
P Poblados	201.74	1.05
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido	1,426.16	7.44
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontánea significativa (10-50%)	2,668.33	13.93
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas	3,020.97	15.77
S.P.A. Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontánea significativa (menor de 10%)	4,605.36	24.03
I.A.1.a.(1) Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	7,080.84	36.95
	19,161.10	**100.00**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

2.3.1.3 Metodología para la elaboración del mapa de cobertura boscosa y uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Indio

- **Materiales e insumos utilizados**

Para la elaboración de este mapa se contó con imágenes de satélite de la plataforma alemana Planet Scope 4 como insumos principales, suministrados por su distribuidor local en Panamá Geosolutions S.A., tomadas en el mes de abril y junio de 2017. Como imágenes adicionales, complementarias se contó con imágenes World View y Pleiades suministradas por la ACP, tomadas en el mes de febrero de 2017, las cuales fueron utilizadas para posibilitar la interpretación de algunas áreas cubiertas por nubes y sombras de nubes y para mejorar y validar los resultados de la clasificación e interpretación de las imágenes PlanetScope utilizadas como material base en este proceso.

Estas imágenes Worl View y Pleiades pudieron ser utilizadas exitosamente para esta tarea por la resolución espacial de 2 mts en su modo multiespectral y de 50 cm en su modo pancromático. Para lograr una mejor interpretación de estas imágenes e incrementar el nivel de detalle visible en las mismas se realizaron los procesos de fusión de las bandas pancromáticas (50 cm de resolución espacial) con las bandas multiespectrales (2 mts de resolución espacial). Las imágenes PlanetScope tienen una resolución espacial de 3 mts y cuentan con 4 bandas con las siguientes características:

Tabla 2-5
Bandas de Imágenes

TIPO DE BABDA	RANGO ESPECTRAL
Infrarojo Cercano	780 – 860 nm
Rojo	590 – 670 nm
Verde	500 – 590 nm
Azul	455 – 515 nm

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

Utilizando las imágenes antes descritas y con la ayuda de Erdas Imagine, se generó un mosaico de toda el área de estudio, el cual sirvió de base para realizar la clasificación digital e interpretación visual solicitada para este estudio.

Igualmente se contó, como información adicional de referencia, con los mapas de cobertura boscosa y uso del suelo elaborados en el 2000 y 2008 por ANAM (hoy, MiAMBIENTE) como guía para la determinación y selección de las categorías de cobertura boscosa y uso del suelo generadas. Además de los insumos mencionados se utilizó fotografías y videos tomados durante las giras de campo con un drone marca DJI, modelo Phantom 4. Ver registro fotográfico en Anexo 9.

- **Procedimientos y técnicas aplicadas**

Considerando que el mosaico de imágenes contenía áreas con presencia de nubes y sombra de nubes, se realizó una clasificación digital supervisada para identificar las áreas de la imagen cubierta por estas nubes y sombra de nubes, para crear una máscara que se utilizó posteriormente para determinar el área para realizar la clasificación e interpretación de estas áreas afectadas en base a otras imágenes con menor nubosidad.

Para realizar la clasificación digital del mosaico de las imágenes seleccionadas se utilizó el método de clasificación digital no supervisada, con 50 clases.

Previo a esta clasificación se realizaron dos giras de campo a los tramos altos, medio y bajos de la cuenca del río Indio, para familiarizarnos con los diferentes tipos de cobertura boscosa y usos del suelo del área de estudio, lo cual nos permitió en la etapa posterior realizar la categorización después de la clasificación digital no supervisada, relacionando los diferentes tipos de cobertura boscosa y uso del suelo con las clases identificadas durante el proceso de clasificación automatizada. Este proceso de selección de las clases identificadas automáticamente y su respectiva asignación a una determinada categoría de cobertura boscosa y uso del suelo dio lugar al primer producto en el proceso de elaboración del mapa de cobertura boscosa y uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Indio (presentado en el Producto No2).

Sobre el borrador del mapa de cobertura boscosa, se procedió a realizar los ajustes necesarios, como lo fue, la realización de un esfuerzo en campo, para identificar la categoría de Bosque Secundario Maduro, por lo cual se realizó una tercera gira de campo para la validación y ajuste de las categorías ya identificadas y encontrar sitios, con la existencia de este tipo de bosque. Este esfuerzo dio resultados, y se logró generar esta nueva clasificación contemplada en los términos de referencia, pero que hasta ese momento, no se había logrado identificar claramente (ver mapa 5 y en anexo el registro fotográfico de estas giras de campo).

Después de haber asignado las 50 clases identificadas por la computadora a cada una de las categorías de cobertura boscosa y uso del suelo, se procedió a la recodificación de todas las clases generadas por la computadora a cada una de las categorías de cobertura boscosa y uso del suelo según el mapa del 1992 y 2000, identificadas en el área de estudio, reduciendo la cantidad de valores a las 9 categorías.

- **Categorías identificadas en la cuenca del río Indio**

De las 16 categorías del mapa de Cobertura Boscosa y Uso del Suelo identificadas en el 2000 y 2008 a nivel nacional, se encontraron 9 categorías en la cuenca del río Indio, a saber:

Tabla 2-6
Categorías de cobertura boscosa y uso de suelo identificadas para la cuenca de río Indio

Código	Nombre de la categoría
1	(BM) Bosque Maduro
2	(BSM) Bosque Secundario Maduro
3	(M) Mangle
9	(BI) Bosque Intervenido
11	(VAR) Vegetación Arbustiva o Rastrojo
12	(UAE) Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia
13	(UAI) Uso Agropecuario Intensivo
14	(P) Poblados
15	(A) Agua

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

La definición de las categorías se basa principalmente en los criterios y definiciones establecidos por ANAM (hoy, MiAMBIENTE) en sus mapas de Cobertura boscosa y uso del suelo elaborados en el 2000 y 2008. Como una aclaración adicional, complementaria para el área de la cuenca del río Indio, que no contradice lo establecido en los mapas anteriores podemos mencionar que:

- La categoría de **Bosque Maduro**, corresponde a las formaciones forestales naturales con una textura gruesa y rugosa, con poca a muy poca intervención antropogénica con más de 60 años de edad y una cobertura de copa mayor al 60 %.
- La categoría de **Bosque Secundario Maduro** son todas las formaciones forestales naturales con una textura gruesa y rugosa en las imágenes de satélite, con intervención antropogénica moderada, cubierta por vegetación arbórea con más de 20 años de edad y una cobertura de copa mayor de un 60 %.
- La categoría de **Mangle** representa una pequeña franja de bosques de mangle ubicada entre el poblado de Boca de Río Indio e Icacal.
- La categoría de **Bosque Intervenido** son todas las formaciones forestales naturales con una textura predominantemente lisa en las imágenes de satélite, con indicios evidentes de intervención antropogénica, cubierta por vegetación arbórea con menos de 20 años de edad y una cobertura de copa menor de un 60 %, ubicadas regularmente en los alrededores de las áreas de producción agropecuaria.
- La categoría de **Vegetación Arbustiva y rastrojo** son todas las formaciones vegetales arbustivas en sucesión natural intermedia a avanzada, producto de una evidente y significativa intervención antropogénica. En esta categoría se incluyen tanto las áreas de producción agropecuaria en descanso (barbecho), como las áreas abandonadas para la recuperación forestal.
- La categoría de **Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia** corresponde a áreas de producción agropecuaria utilizadas por la población local principalmente para su sustento familiar, donde además de la actividad productiva se observan remanentes de vegetación arbustiva.

- La categoría de **Uso Agropecuario Intensivo** corresponde a áreas de producción agropecuaria utilizadas por la población local principalmente para la producción agropecuaria comercial.
- La categoría de **Poblados** identifica áreas cubiertas por poblaciones o por caseríos aislados en el paisaje visible en las imágenes utilizadas.
- La categoría de **Agua** identifica cuerpos de agua permanente, existente en el área de estudio, tales como el cauce del río Indio y sus afluentes principales.

Con el análisis de las imágenes se obtuvo para la cuenca de río Indio la siguiente distribución de cobertura de bosque y uso de suelo para el año 2017, las mismas se presenta en hectáreas y porcentaje.

Tabla 2-7
Cobertura Boscosa y Uso de Suelo 2017 - Totales

	TOTALES	
CATEGORIAS	**Ha**	%
Agua	496.76	0.86
Bosque Intervenido	19,520.04	33.67
Bosque Maduro	8,558.88	14.76
Bosque Secundario Maduro	6,590.76	11.37
Mangle	6.40	0.01
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	5,411.30	9.33
Poblados	652.96	1.13
Uso Agropecuario Extensivo	7,136.40	12.31
Uso Agropecuario Intensivo	9,606.01	16.57
	57,979.50	**100.00**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017

2.3.2 Componente físico

2.3.2.1 Topografía y Relieve

Los trabajos estuvieron basados en información recopilada como publicaciones, cartografía, mapa geológico 1:250,000, mapas topográficos escala 1:50,000, mapas geomorfológico y de relieve, entre otros y complementado con trabajos de campo que incluyó investigaciones geológicas / geomorfológicas.

Entre los mapas topográficos a escala 1:50,000 consultados estuvieron: Palmas Bellas, 4143 I; Cuipo, 4143 II; Las Marías, 4142 I; San Pedro, 4142 II, y El Valle, 4141 I, dentro de los cuales se encuentra la cuenca del río Indio. Los mismos fueron revisados y analizados para identificar rasgos superficiales del terreno.

2.3.2.2 Geología y Geomorfología

Se realizaron los trabajos de biblioteca a fin de identificar y recopilar información secundaria, se consultaron publicaciones, estudios técnicos y científicos; así como, consultorías, realizadas en la cuenca por organismos, empresas, y por la ACP. Además, se revisaron documentos como el mapa geológico de Panamá, 1:250,000 (preparado por la Dirección General de Recursos Minerales, año 1990), Economic Geology (Kesler et al, 1977), el mapa geomorfológico de Panamá (1988), imágenes satelitales (análisis multitemporal), entre otros. Esta información recabada fue objeto de una revisión y análisis detallado a fin de preparar los trabajos de campo.

Una vez analizada la información recabada durante la fase de recopilación de información, y realizada una gira preliminar del área para organizar la logística, se coordinaron giras de trabajo a cada uno de los tramos de la cuenca (alto, medio y bajo), a fin de verificar y corroborar la información existente en la literatura consultada, por medio de reconocimientos del área.

El análisis de la información disponible y los reconocimientos de campo fueron enfocados en establecer algunos rasgos, procesos y otras características de los componentes ambientales evaluados, como:

a- Formaciones geológicas regionales y locales (identificación y descripción), geología estructural, estratigrafía, fallas geológicas, comportamiento tectónico, litología, identificación de sitios con problemas activos o potenciales de erosión e inestabilidad (naturales y antrópicos).
b- Unidades geomorfológicas, aspectos geomorfológicos, como la pendiente del terreno, procesos geomorfo-dinámicos, procesos geomorfológicos generados por diferentes factores.

2.3.2.3 Suelos

Para la caracterización de los suelos de la cuenca del río Indio se utilizó como base la información edafológica existente de los mapas de CATAPAN, Mapa de Suelos de Panamá del IDIAP y los estudios de suelos de la antigua Región Occidental del Canal de Panamá (**ROCC)**.

Los sitios de muestreo fueron escogidos de unidades geomorfológicas y edáficas representativas de las características pedogénicas de las diferentes clases de suelos de la cuenca de río Indio (cuenca 111). Los muestreos realizados permitieron evaluar en mayor detalle la edafología general de la cuenca del río Indio. Dentro de las unidades geomorfológicas se trató de ubicar sitios de muestreo en el sector bajo, medio y alto de dicha cuenca, así como en las subcuencas de los ríos Teriá y Uracillo. Se tomaron muestras de suelo compuestas, debidamente cuarteadas y homogenizadas en 20 sitios previamente definidos (ver mapa con sitios de muestreo y Tabla 2-8).

Tabla 2-8
Sitios de muestreo de suelos por tramos, cuenca del río Indio

Tramo	Localidad	ID	Coordenadas UTM	Fecha de Muestreo
Alto	Bajo Grande	SS-5B	598212/971699	12/08/2017
	Altos de la Mesa	SS-7	597025/954299	27/10/2017
	Jordanal	SS-8	597317/959061	27/10/2017
	Río Indio Arriba	SS-6	597878/956280	27/10/2017
	Pacorita	SS-5A	598367/971423	12/08/2017
	Río Indio Centro	SS-10	597823/963572	27/10/2017
Medio	Boca de Uracillo	SS-3*	590643/991389	26/08/2017
	El Limón	SS-4A	590856/993886	11/08/2017
	Saliendo de Limón	SS-4B	591839/995980	11/08/2017
	Camino a El Zahino	SS-3*	594657/988285	15/08/2017
	Torno	SS-4C	592150/993387	12/08/2017
	Tres Hermanas	SS-14	595425/984836	12/08/2017
	Tres Hermanas-El Zahino	SS-4C	590943/991389	15/08/2017
Bajo	La Encantada	SS-3B	591839/995980	12/08/2017
	Guásimo	SS-13	587766/1008058	27/10/2017
	El Chilar	SS-3A	588153/1012351	26/08/2017
	Gandona - Pilon	SS-1A	589161/1015998	15/08/2017
	Manglar	SS-1B	589036/1016402	12/08/2017
	El Chilar - Gley	SS-11	588178/1012412	26/08/2017
	Dominical	SS-12	591932/996345	12/08/2017
Nota: *similar nomenclatura pero diferente ubicación.				

Fuente: URS Holdings, 2017.

Los diferentes tipos de suelos fueron evaluados en campo, en el suelo inalterado para definir los parámetros físicos de color, densidad, velocidad de infiltración y resistencia a la penetración.

Las muestras homogenizadas de suelo de cada uno de los sitios de muestreo, se enviaron al laboratorio acreditado con la debida cadena de custodia (laboratorio de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Panamá y en el Centro de Investigaciones Químicas, S.A.), donde se realizaron las pruebas de calidad del suelo, para establecer las siguientes propiedades físicas, químicas y biológicas de acuerdo a los Métodos Internacionales Estándares de "Methods of Soil Analysis, Part I & II Physical, Chemical and Minearological Properties" y la normativa de calidad de suelos de la República de Panamá.

En los estudios y análisis físicos de velocidad de infiltración, densidad aparente, estabilidad de los agregados, resistencia la penetración y retención de humedad de los suelos, se utilizó

equipo científico del Departamento de Suelos y Aguas de la Universidad de Panamá, y los análisis fueron realizados considerando las siguientes metodologías:

- La velocidad de infiltración del agua a través del perfil del suelo se evaluó en sitios representativos de cada tipo de suelo con el método de los Doble Cilindros Infiltrómetros (Bouwer, 1986).
- Para la evaluación de la estabilidad de los agregados se utilizó el Método del Tamizado en húmedo de Kemper & Rossenau (1986).
- El punto de saturación o capacidad de campo y marchitez permanente se realizó mediante el Methods of Soil Analysis (Blake, 1986).
- El color se determinó con el método estándar de la Tabla de colores "Munsell". La densidad aparente de los suelos se determinó en campo utilizando cilindros inalterados de volumen conocido utilizando el método estándar de análisis de suelos (Methods of Soil Analysis Blake, 1986).
- La resistencia a la penetración se evaluó siguiendo el método del penetrómetro ¨Soil Quality Institute¨ (2001), con un penetrómetro estándar.
- La retención de humedad del suelo para la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente se evaluó por el método directo de retención de agua a capacidad de campo y punto de marchitez permanente (Methods of Soil Analysis, Balke 1986).

De las submuestras homogenizadas de suelo de cada uno de los sitios de muestreo, enviadas al laboratorio se evaluaron los siguientes parámetros:

1. Textura Granulometría: Arena, Limo y Arcilla (%);
2. pH
3. Cationes y Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC): Aluminio, Calcio, Magnesio: (Mili equivalentes por cada 100 gramos); Fósforo, Potasio, Hierro y Zinc en partes por millón (ppm).
4. Materia Orgánica (%) "M. O."
5. Conductividad Eléctrica
6. Zinc
7. Porcentaje de Nitrógeno
8. Acidez
9. Actividad Microbiana**:** Método de respiración microbiana o actividad de la deshidrogenasa. (Norma de Calidad Ambiental de Suelos para Diversos Usos).

- **Uso actual del suelo**

El uso actual del suelo se determinó sobre la base de la cobertura del suelo actual (2017), por medio de imágenes satelitales, de la plataforma alemana Planet Scope 4 e imágenes World View y Pleiades suministradas por la ACP, ajustada con visitas de campo realizadas en los tres tramos de la cuenca del río Indio.

Adicionalmente, se contó, como información adicional de referencia, con los mapas de cobertura boscosa y uso del suelo elaborados en el 2000 y 2008 por ANAM (hoy,

MiAMBIENTE) como guía para la determinación y selección de las categorías de cobertura boscosa y uso del suelo generadas. Además de fotografías y videos tomados durante las giras de campo con un drone marca DJI, modelo Phantom 4.

- **Capacidad de uso y aptitud de los suelos**

La capacidad de uso de los suelos define la aptitud que tiene una unidad específica de suelo para ser utilizada en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva. Esta indica el uso mayor ó la intensidad con que se puede utilizar el suelo desde una visión sostenible. La capacidad y uso de los suelos desde una perspectiva agroecológica se determinó utilizando los siguientes parámetros edáficos y climáticos:

- Pendiente.
- Erosión sufrida.
- Profundidad efectiva.
- Textura.
- Pedregosidad.
- Fertilidad.
- Salinidad / Toxicidad.
- Drenaje.
- Inundabilidad.
- Fertilidad
- Periodo Seco.
- Vientos.

Estos parámetros fueron evaluados durante los muestreos de campo y los análisis de laboratorio para cada unidad edafológica homogénea. La aptitud de uso de los suelos se estableció a partir de la capacidad de uso máximo según el Método del Centro Científico Tropical que generará un Mapa de Capacidad de uso con polígonos de áreas homogéneas utilizando el Sistema de Información Geográfica “SIG”.

2.3.2.4 Clima y Zonas de Vida

Clima

Para el análisis del clima del área de la cuenca de río Indio, se evaluó primeramente la consistencia de datos de precipitación mediante la implementación de las dobles masas acumuladas, con los datos anuales de precipitación para identificar anomalías que se hayan podido presentar en el registro de los datos y se realizaron las correcciones en los datos.

De igual forma se utilizaron las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante la extensión de análisis geoestadístico, para representar la variación espacial de los datos y se realizaron correlaciones con otros factores geomorfológicos para la estimación de variables meteorológicas como la temperatura y precipitación, para la clasificación climática.

Se utilizaron las ecuaciones altotérmicas[1] para la estimación de la variación espacial de la temperatura dentro de la cuenca en función del modelo digital de la Cuenca del Canal de Panamá, cuya resolución espacial es de diez (10) metros.

- **Datos climáticos**

Para el análisis de datos climáticos se realizó una recopilación de información climática en función de estaciones ubicadas dentro y fuera de la cuenca bajo estudio (cuenca 111), para completar los datos de un periodo de 30 años (1987-2016) y tener una idea del comportamiento climático a lo largo de la cuenca del río Indio.

- **Estimación de datos Estación Las Marías**

A pesar que no es recomendable generar series de tiempo de parámetros meteorológicos cuando se cuenta con tan solo un año de datos. Debido al requisito de los términos de referencia de la línea base ambiental de la cuenca de río Indio de tener una serie de datos para el periodo de 30 años, se realizó la generación de datos meteorológicos a la Estación Las Marías. Para lograr la serie de datos de la Estación Las Marías se tomó como base la Estación de Gamboa. Ambas estaciones tienen un clima similar y se encuentran casi a la misma latitud (Gamboa: 09°06´44”N, Las Marías: 08°53´45”).

- **Estimación de datos de precipitación**

Para el análisis de la precipitación de la cuenca del río Indio, se utilizaron como referencia los datos de estaciones meteorológicas que han sido operadas por ETESA y la ACP, cuyos registros históricos son variables, por lo que se implementarán métodos estadísticos que permitan conocer el comportamiento de la lluvia mensual durante el período (1987-2016). Para este caso se utilizó el análisis de doble masa o dobles masas acumuladas, que es un método estadístico comúnmente utilizado para verificar la consistencia y rellenar datos de una estación con datos faltantes. El análisis consiste en comparar una estación contra otra estación de referencia que cuente con un registro completo y que pertenezcan a una misma zona climática

Cuando se hace un análisis de datos de precipitación, para completar datos faltantes, es fundamental contar con períodos homogéneos extensos (más de 15 años) para poder hacer el análisis de doble masa, sin embargo, se ha utilizado la metodología también en estaciones con registros cortos de menos de diez (10) años, como son el caso de las estaciones de Las Marías, Los Darieles, Los Hules y San Pedro.

Una vez completados los datos anuales de precipitación, se utilizaron las distribuciones mensuales de las estaciones que fueron completadas dentro del análisis de dobles masas para obtener la distribución mensual para el período 1987-2016. Con los datos mensuales y las distribuciones, se logró completar los datos mensuales de las 11 estaciones utilizadas como referencia.

[1] Ecuaciones elaboradas por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), para estimación de la temperatura media mensual.

- **Temperatura**

En el trópico, la temperatura es una variable meteorológica cuya variación resulta más homogénea que la variación que puede existir en la Precipitación, en donde en algún momento su registro horario podría ser cero (0) mm y en un momento determinado registrar alguna lluvia, en función de la resolución temporal que tengan los registros de medición. En el caso de la temperatura sus variaciones se dan sobre todo en función del momento de la medición (día y noche), la influencia de los rayos solares o también por la elevación de la zona de medición. En función del último aspecto a considerar, el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), construyó unas ecuaciones altotérmicas en función de la elevación con respecto al nivel del mar.

La ecuación esta expresada de la siguiente forma:

$$T = a + b*h$$

En donde,
T = es la temperatura en grados centígrados (°C).
a = es una constante relacionado con un temperatura base.
b = constante por la variación en las temperaturas.
h = elevación con respecto al nivel del mar (msnm).

- **Evapotranspiración potencial y real**

La evapotranspiración corresponde a la pérdida de la lámina de agua estimada generalmente en milímetros (mm), por medio de la evaporación directa y la transpiración de las plantas. Dentro de la ecuación de Balance Hídrico, se utiliza la evapotranspiración real (ETR), la cual corresponde a la pérdida de agua efectiva, actual o real que se da en el cultivo o cobertura vegetal de las plantas considerando parámetros relacionados con el cultivo. La evapotranspiración real corresponde a una fracción o parte de la evapotranspiración potencial (ETP), la cual se define como la máxima pérdida de humedad que puede darse en las plantas bajo condiciones óptimas. A continuación se presenta la ecuación del balance hídrico:

$$P = ETR + R \pm \Delta s$$

En donde,
P = es la Precipitación en mm.
ETR = es la Evapotranspiración real en mm.
R = es la escorrentía superficial en mm.
ΔS = Variación del Almacenamiento en la Cuenca en mm.

Para poder estimar la evapotranspiración real, se debe en primer lugar realizar el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante el método de Holdridge, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

$$ETP = 58.93\ T^{bio}$$

En donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en mm.
T^{bio} = Es la bio temperatura anual en grados Celsius.

La biotemperatura promedio es una medida de calor en grados centígrados la cual tiene lugar en el crecimiento vegetativo con relación al período anual, por lo que es un promedio de las temperaturas entre 0 °C y 30 °C. Dado que no se dispone de información horaria de la temperatura, se utiliza una formula empírica que trabaja bien en regiones subtropicales. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\mathbf{T^{bio} = T - (3*grados\ de\ latitud)*(T-24)^2/100}$$

En donde,
Tbio = Biotemperatura en grados en °C.
T = Temperaturas en grados en °C (Ecuación Altotérmica).
Grados de Latitud = Corresponde a la Latitud en grados decimales.

Para la estimación de la ETR se utiliza el diagrama de Holdridge de movimiento de agua en asociaciones climáticas, que nos permite encontrar la relación entre la ETR y la ETP, en donde la precipitación (P) juega un papel importante.

El nomograma de Holdridge se aplica, estimando la relación que hay entre la ETP y la P, entre relación RE, corresponde a relacionar la evapotranspiración potencial anual media y la precipitación media anual. RE corresponde a la variable de entrada al Nomograma de Holdridge, con la cual se obtiene el factor F, que equivale a la relación que hay entre la evapotranspiración real (ETR) y le evapotranspiración potencial (ETP). Una vez que se obtiene el valor de F, se puede obtener el valor de ETR = F*ETP. A continuación se presentan unas ecuaciones generadas por el Ing. Agustín Rodríguez del ICE (Instituto Costarricense de Electricidad):

Para 0.0625<RE<0.45
F = 7.4617*RE3 -10.46*RE2+4.63*RE+0.273

Para 0.45<RE<1.50
F = 1.12-0.44*RE

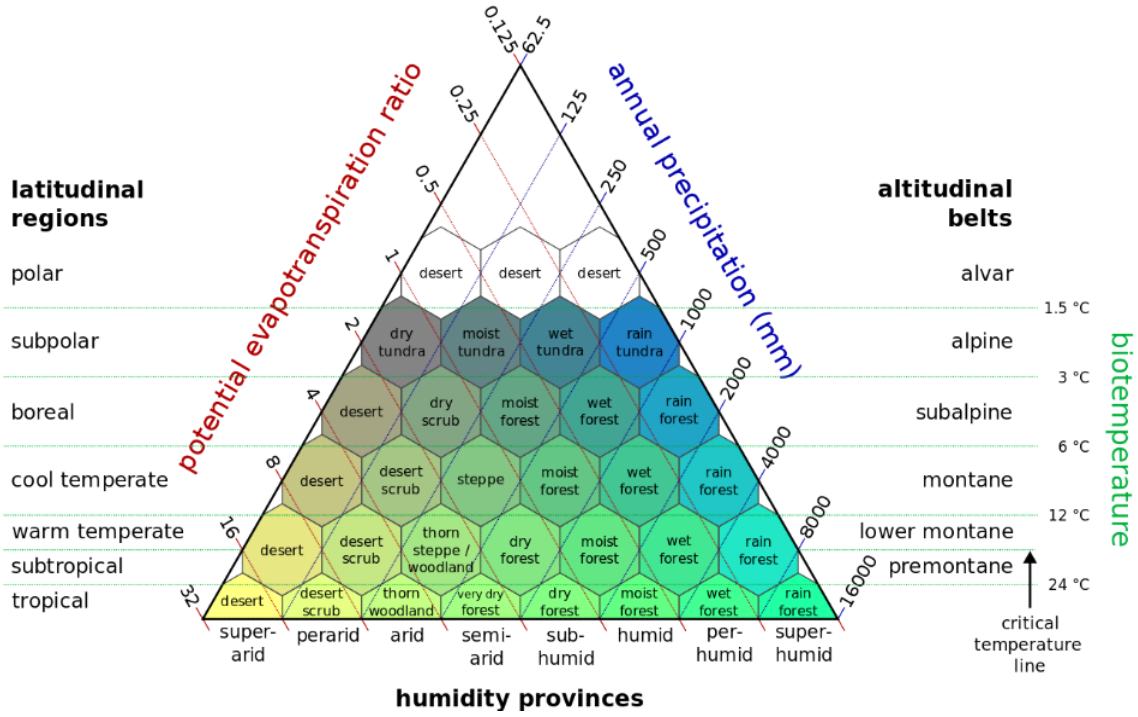
- **Escorrentía superficial**

Una vez que se cuentan con las capas de la precipitación promedio anual y la evapotranspiración real de la cuenca del río Indio, se hace puede obtener la distribución espacial de la escorrentía superficial (R) aplicando la ecuación del Balance Hídrico, que forma parte de igual forma del modelo utilizado en ArcGIS.

Zonas de Vida

Para determinar una «zona de vida» se deben de obtener primero la temperatura media y la precipitación total anuales y también disponer de la altitud del lugar y hacer uso de un diagrama de clasificación de zonas de vida, en este caso se utilizó la metodología de Holdridge.

Figura 2-1
Diagrama de clasificación de las Zonas de Vida según Holdridge



El sistema de Holdridge para la clasificación de zonas de vida se basa en los siguientes tres parámetros principales:

- La biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0 °C y los 30 °C, de modo que la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento, y en el que las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0 °C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas.
- La precipitación anual en mm (en escala logarítmica).
- La relación de la evapotranspiración potencial (EPT) —que es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual— es un índice de humedad que determina las provincias de humedad («humidity provinces»).

2.3.2.5 Hidrología

2.3.2.5.1 Régimen hidrológico

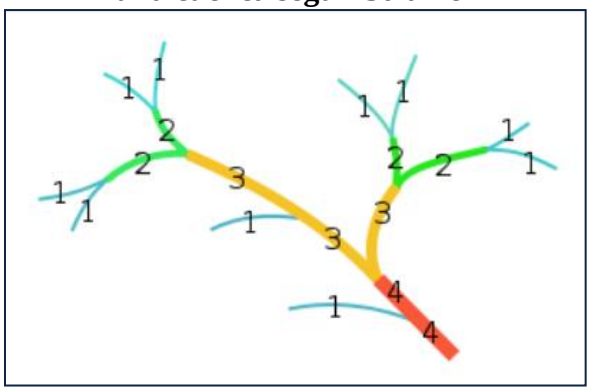
Para la definición del régimen hidrológico de la cuenca del río Indio se realizaron los siguientes análisis:

Variables morfométricas

- **Número de orden**

El número de orden es una característica que corresponde al orden en que dan origen los drenajes que forman parte de una cuenca y como van confluyendo a lo largo de la cuenca. La clasificación según Strahler, propone que cada cauce no ramificado, desde su punto de origen hasta su primer punto de confluencia recibe el nombre de primer orden. Luego, la confluencia de dos cauces de primer orden producen un segmento de segundo orden, la unión de dos segmentos de segundo orden generan un segmento de tercer orden y así sucesivamente (Ver figura 2-2).

Figura 2-2
Principio de la clasificación del número de orden de una cuenca según Strahler



- **Relación de bifurcación**

La ley de bifurcación o ley de Horton, es una variable morfométrica de la cuenca elaborada por Horton (1945) y luego mejorada por Strahler (1964), la cual determina la relación existente entre los segmentos de un orden determinado y el orden inmediatamente superior. La ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

Donde,
Rb = Es la relación de bifurcación.
U = Es el orden del drenaje.
Nu = Es el número de orden.

La relación de bifurcación, tiene una influencia en la escorrentía superficial dentro de una cuenca, en donde a menor valor de Rb mayor será la respuesta hidrológica con caudales picos altos y para un mayor valor de Rb su respuesta hidrológica más débil, con hidrogramas de forma más achatada.

- **Densidad de drenaje**

Horton (1945) definió la densidad de drenaje de una cuenca como el cociente entre la longitud total de los cauces que forman parte del sistema fluvial de una cuenca, expresados en kilómetros y el área total de la cuenca en kilómetros cuadrados. La ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$D = \frac{Lt}{A}$$

En donde,
D = Densidad de la Red de Drenaje (Km/Km^2).
Lt = Longitud total de los cauces de la cuenca (Km).
A = Área de drenaje total de la cuenca (Km^2).

- **Factor de forma**

Uno de los índices más utilizados para definir la forma de la cuenca es el de relación o forma de Horton, expresado de la siguiente forma:

$$Rf = \frac{A}{La^2}$$

En donde,
Rf = Factor de forma.
A = Área de la cuenca en Km2.
La = Longitud axial en Km.

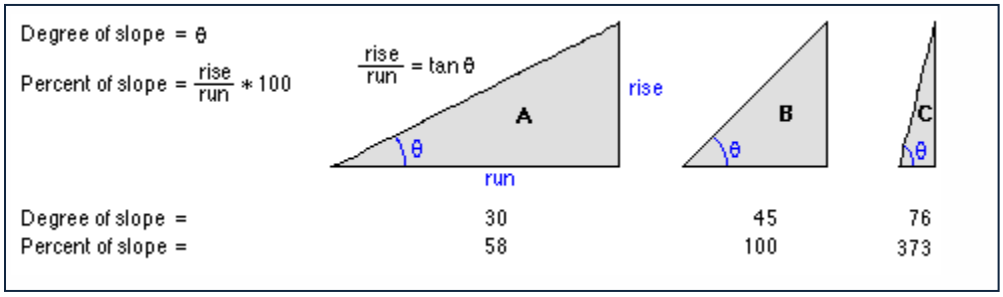
- **División de las subcuencas principales**

La clasificación de la división las subcuencas de río Indio fue delimitada en función de los ríos secundarios principales que confluyen con el río Indio en la parte baja, media y alta de la cuenca. De igual forma se tomó como referencia aquellos drenajes que forman parte de la campaña de aforos de la línea base ambiental. Los ríos secundarios son los siguientes: río la Encantada, río El Jobo, río Uracillo y río Teriá.

- **Pendiente**

La pendiente se define como la tasa máxima de cambio entre dos puntos, asociando la diferencia entre las elevaciones y la distancia existente entre ellos. Puede ser calculada y determinada con unidades de metros sobre metros (m/m) o también puede como el cálculo del ángulo existente por la hipotenusa formada entre la diferencia de elevación y la distancia entre los puntos. En el Mapa 11 al final del capítulo, se presenta la variación del Mapa de Pendientes a lo largo de la cuenca del río Indio. La pendiente es generada utilizada una herramienta de ArcGIS que permite calcular la pendiente en función del modelo digital de elevación (MDE) de la cuenca del río Indio, cuya resolución espacial es de 10 metros.

Figura 2-3
Estimación de la pendiente en grados y porcentaje.



- **Extensión de Series de Caudales (1987-2016)**

Para el análisis de caudales se utilizaron seis (6) estaciones hidrológicas, operadas por ETESA y ACP, con registros de caudales a nivel diario y en algunos casos a nivel mensual. Ver Tabla 2-9

Tabla 2-9
Estaciones Hidrológicas de referencia.

Estación	Desde	Hasta
El Chorro	01/01/1998	12/31/2016
Los Cañones	01/01/1998	12/31/2016
Boca de Uracillo	01/01/2004	12/31/2006
Las Marías	01/01/2005	12/31/2005
Tres Hermanas	01/01/2004	12/31/2006
El Silencio	01/01/2006	12/31/2006

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

- **Correlación de caudales**

Se aplicaron las correlaciones de caudales mensuales de la serie completa de datos de las estaciones El Chorro y Los Cañones para el período 1987-2016, con respecto a la Estación Boca de Uracillo en el período cuyo registro de datos era homogéneo con las estaciones que forman parte de la cuenca contigua del Canal de Panamá (Cuenca No. 115).

La Estación Boca de Uracillo que inicialmente fue operada por el IRHE (1980-2000) y que luego fue operada por la ACP (2005-2007), es la que mayores registros de datos de caudales tiene. En los datos del IRHE existe un vacío o datos faltantes desde el año 1995-2000, por lo que se deben completar estos períodos, al igual que los períodos 2001-2004 y 2008-2015.

- **Correlaciones por área y precipitación**

Una vez que se completó la serie de caudales de la Estación Boca de Uracillo, se implementó el método de relación por área y precipitación, que se utiliza para completar datos de una estación hidrológica con datos faltantes en función de otra estación que cuente con el registro de datos completos. La ecuación se presenta a continuación:

$$Qa = \left(\frac{Aa}{Ab}\right) * \left(\frac{Pa}{Pb}\right) * Qb$$

En donde:
Qa = Caudal de la estación con datos faltantes.
Aa = Área de drenaje de la estación con datos faltantes.
Ab = Área de drenaje de la estación con datos completos.
Pa = Precipitación de la zona correspondiente a Aa.
Pb = Precipitación de la zona correspondiente a Ab.
Qb = Caudal de la estación con datos completos.

- **Características de los ríos principales**

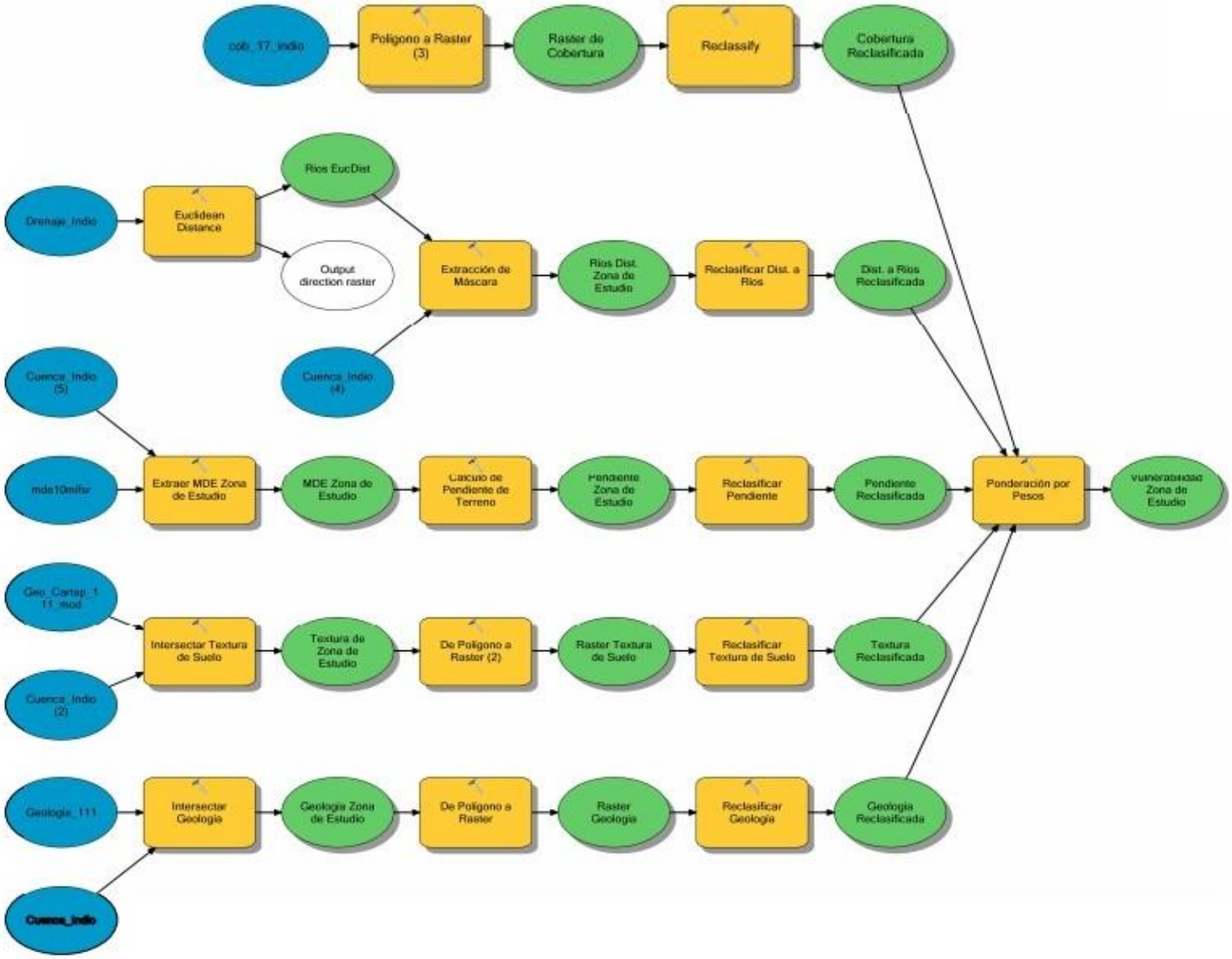
Las características principales de los ríos se obtuvieron en base a las variables hidráulicas calculadas en los aforos que formaron parte de la campaña de aforo durante la estación lluviosa en el mes de octubre de 2017.

- **Análisis de vulnerabilidad**

Para poder generar el Mapa de vulnerabilidad se ha implementado la herramienta Model Builder del programa ArcGIS, ya que permite integrar capas geográficas con una referencia espacial, integrando como componente principal el análisis espacial de la información utilizando una serie de procesos de las variables geomorfológicas para al final obtener una capa con diferentes grados de vulnerabilidad. Ver Mapa 12 al final del capítulo.

La metodología principal consiste en la clasificación de 1 a 10, de la vulnerabilidad por inundación que puede tener cada variable, en donde 1 corresponde a que la vulnerabilidad de inundación es baja o nula y el valor 10 corresponde a una vulnerabilidad muy alta o inminente. A su vez, al final cada una de estas variables será ponderada con porcentajes o pesos, en donde puede que algunas tengan mayor incidencia sobre la vulnerabilidad por inundación. En la figura 2-4 se presenta un esquema del modelo utilizando para la estimación de la vulnerabilidad de la cuenca del río Indio.

Figura 2-4
Esquema de variables que forman parte del análisis de vulnerabilidad de inundación.



2.3.2.5.2 Calidad de las aguas superficiales

Para caracterizar la calidad de las corrientes principales (río Indio) y secundarias (río Uracillo, río Teriá, río Jobo y río La Encantada), se tomaron muestras representativas de las condiciones del cuerpo de agua en temporada lluviosa. Para la colecta de las muestras y análisis de los resultados de calidad de agua, se tomaron en cuenta los requisitos establecidos en los términos de referencia de este proyecto. Estos indicaban los sitios de muestreo, así como se indicaba el tipo de muestreo, sea este a nivel superficial en sitios de muestreo poco profundos en algunos sitios y a dos profundidades como se ha mencionado previamente dependiendo del sitio a muestrear en la Tabla 2-10 se presentan los sitios de muestreo, códigos de las muestras y condiciones de muestreo.

Tabla 2-10
Coordenadas UTM de los puntos de toma de muestras de aguas superficiales

Tramo	Fecha de muestreo	Código de Muestra	Río	Comunidad	Triplicado (SI/NO)
Bajo	12/10/2017	SW-1A	río Indio	El Charcón	SI
		SW-1B			
		SW-2A	río La Encantada	La Encantada	NO
		SW-2B			
		SW-4A	río Jobo	Guayabalito	NO
		SW-4B			
	13/10/2017	SW-5A	río Indio	Dominical	NO
		SW-5B			
	23/10/2017	SW-3A	río La Encantada	Las Cruces	SI
		SW-3B			
Medio	13/10/2017	SW-7A	río Indio	Boca de Uracillo	SI
		SW-7B			
	26/10/2017	SW-9A	río Teriá	Tres Hermanas	SI
	26/10/2017	SW-9B			
Alto	18/10/2017	SW-10A	río Indio	Claras Abajo	SI
		SW-10B			
	19/10/2017	SW-11A	río Jordanal	El Jordanal	NO
		SW-11B			
		SW-14A	Río Indio	Alto de La Mesa	SI
		SW-14B			
	20/10/2017	SW-6A	río Indio	Río Indio de los Chorros	NO
		SW-6B			
		SW-12A	río Teriá	Teriá Nacimiento	NO
		SW-12B			
	25/10/2017	SW-8A	Río Uracillo	Las Marías	NO
		SW-8B			
	26/10/2017	SW-13A	Río Teriacito	Bajo Grande	NO

Tramo	Fecha de muestreo	Código de Muestra	Río	Comunidad	Triplicado (SI/NO)
		SW-13B			
Nota: Las muestras con terminación A "corresponden a las muestras de la superficie" Las muestras con terminación B "corresponden a las muestras del fondo del cauce"					

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Los parámetros medidos fueron los siguientes: potencial de hidrógeno, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, coliformes fecales, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo total, nitratos, arsénico, cadmio, plomo, mercurio y cromo total. Por medio de una sonda multiparámetros marca Horiba modelo U-52 se realizaron lecturas de parámetros in situ (Temp, OD, pH, conductividad y salinidad). Una vez obtenidos los resultados, estos fueron comparados con normativas nacionales tales como: Anteproyecto de Norma de Calidad de Aguas Naturales de Panamá y Decreto Ejecutivo No. 75 "Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo".

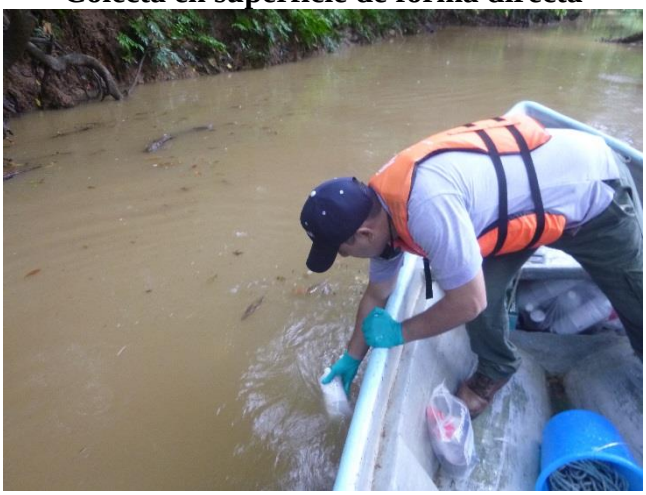
Las muestras fueron colectadas por personal idóneo de la empresa URS, liderizado por profesionales en las ramas de Ingeniería en Manejo de Cuencas y Biología, quienes poseen vasta experiencia en procedimientos de muestreos y manipulación de las muestras. Se realizó la cadena de custodia incorporando datos de campo (fecha y hora de la colecta, código de muestra, cantidad de recipientes, entre otros). Las muestras correspondientes fueron analizadas por el Centro de Investigaciones Químicas, S.A., laboratorio acreditado por la CNA.

- **Condiciones de muestreo según profundidad del cuerpo de agua a evaluar.**

Se establecieron cuatros métodos de colecta según la profundidad de cada sitio a evaluar, los cuales se describen a continuación

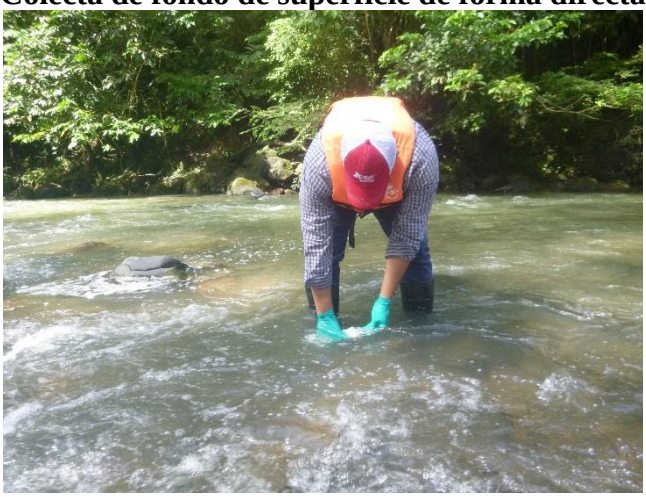
1. Colecta de forma directa en la superficie: principalmente en sitios de muestreo navegables como los ubicados en el tramo bajo, donde se realizó de forma directa con la ayuda de un bote. En este método de colecta, se introdujo el envase con la base en contra de la corriente en la superficie (Foto 2-1), una vez lleno el envase se le colocó la tapa y posteriormente se puso en una hielera para su conserva y entrega al laboratorio para respectivos análisis.

Foto 2-1
Colecta en superficie de forma directa



2. Colecta de forma directa en la superficie en sitios de muestreo no navegables (poco profundos, ver Foto 2-2), como los ubicados los tramo alto y medio. Este método es similar al anterior, con la excepción que el punto de muestreo es poco profundo, donde el técnico toma la muestra a mitad del cuerpo de agua para luego colocar el envase con la muestra en la hielera para su preservación hasta llegar al laboratorio.

Foto 2-2
Colecta de fondo de superficie de forma directa



3. Colecta con la botella Niskin para muestras de fondo: se emplea principalmente en sitios de muestreo profundos con capacidad de navegar como los ubicados en la cuenca en el tramo bajo. Esta botella con aproximadamente 1.5L de capacidad está dotada de mensajero plomo guiada por una soga la cual permite cerrarla y así colectar las muestras en sitios profundos (Foto 2-3).

Foto 2-3
Coleta en fondo con la botella Niskin

4. Colecta directa de fondo: principalmente se aplica a los sitios de muestreo en cuerpos de agua poco profundos, los cuales se ubicaban en el tramo alto y medio de la cuenca. Este método de colecta, consistió en introducir el envase debidamente rotulado y cerrado hasta el fondo, una vez alcanzada la profundidad, se procedía a abrir el envase hasta llenarse, se cerraba y luego era colocado en una hielera para su transporte al laboratorio. Ver Foto 2-4.

Foto 2-4
Colecta en fondo de forma directa

- **Medición de parámetros fisicoquímicos en campo**

Dentro de los alcances solicitados para el análisis de la calidad de las aguas de los diferentes cuerpos de agua, se midieron en campo seis (6) parámetros en campo con la ayuda de una sonda multi-paramétrica Horiba Modelo U-10, con un alcance de 1.5 m, dicha sonda se colocó de forma directa en el cuerpo de agua para lectura y l registro de los datos en sitio durante los muestreos, (Foto 2-5), en la Tabla se presentan los rangos de precisión de medición de la sonda.

Tabla 2-11
Rangos de medición Horiba U-10

Parámetro	Rango de medida
pH	0-14
Conductividad	0-1 µS/cm
Oxígeno Disuelto	0-19.9 mg/L
Temperatura	0-50 °C
Salinidad	0-4%

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Foto 2-5
Medición in situ con sonda Horiba

2.3.2.5.3 Corrientes, mareas, oleajes e intrusión marina

El estudio se centra en la integración de cuatro componentes importantes (Las mareas, corrientes, oleajes y la intrusión marina en río Indio) para la determinación de la hidrodinámica general y local del área de estudio. Para cada componente se describe la metodología aplicada.

- **Mareas**

Para describir las mareas en el Caribe Panameño y determinar las características mareales próximas al área de estudio (Rango Medio, Rango extremo y desfase en tiempo) se utilizó dos fuentes: Las tablas predictivas de altas y bajas publicadas por ACP -sector Caribe 2017, correspondiente a un mes, desde el 13 de septiembre al 13 de octubre, y las predicciones mareográficas mediante el programa computacional WXTIDE 32 [2]para el mismo periodo, ya que este realiza predicciones de altas y bajas y horarias. Se seleccionó la estación de referencia Cristóbal, posicionada en las coordenadas 79° 55.0’ W, 9° 21.0’ N, la cual es definida por constituyente armónicos y se hizo un análisis estadístico entre ambas fuentes, que nos permita establecer la incertidumbre y calidad de la información a ser utilizada. Se analizó la variación de la onda de marea y se hizo un corrido horario para los días de monitoreo 13 y 14 de septiembre del año en curso.

[2] **WXTide32** is based on the UNIX program XTide version 1.6.2 written by Dave Flater

De igual manera, se tomó las diferencias de marea, tanto de la estación de referencia y la subordinada de Bocas del Toro, ubicada en 82° 15.0' W, 9° 21.0' N, ya que el área de estudio se ubica hacia el Oeste a unos 22 km de distancia aproximadamente desde la estación de referencia. Se hace una aproximación para determinar el desfase de marea alta y baja, el nivel o factor de multiplicación y los valores promedio para zona estudiada, los resultados se presentan en tabla.

Para clasificar el tipo de marea se utilizó la información resultante de ambas fuentes descritas arriba y se comparó con información provista por la NOAA en su portal (http:// oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_tides/welcome.html), referente al tema, así como con la información de estudios realizados para el caribe Panameño, sobre los valores de Nf o criterio de Coutier.

- **Corrientes**

Se hizo una revisión bibliográfica para la cuenca del Caribe, como marco general de circulación y para estimar las corrientes en el área de estudio, se tomó como base las mediciones de corrientes Lagrangianas realizadas durante la campaña del 13 al 14 de septiembre 2017, en la capa de 5 metros de profundidad, en un ciclo de marea en periodo de cuadratura. El derivador utilizado consiste en un flotador esférico de acrílico con un péndulo de forma de cruceta metálica para maximizar el arrastre por la corriente en esa capa del mar. La trayectoria de este derivador en el tiempo y el espacio bidireccional, se demarcó por medio de un GPS manual, modelo SXc map 76 en el datum WGS 84, a bordo de una embarcación cada 10 minutos en promedio por un tiempo de una hora.

Estas fueron procesadas y analizadas a través de traqueo de demarcaciones y trayectoria en un plano georreferenciado. Adicional, se realizó un tratamiento estadístico básico; el cual se basa en un análisis de frecuencias de dirección y magnitud. Los resultados se presentan en histogramas de frecuencia porcentual y rosa de dirección, así como en tabla.

- **Olas**

La información de olas utilizada fue generada por el modelo Wavewatch III, el cual es un modelo de oleaje de tercera generación desarrollado por la NOAA/NCEP (National Oceanic and Atmospheric Administration / National Centers for Environmental Predictions), es un reanálisis de la información de la boya escalar NOAA 41018 con coordenadas (75°W y 15°N), hasta el nodo ubicado en las coordenadas 9.23°N/ 80.19°W para nuestro estudio. Los mismos constituyen una serie cronológica de 2 semanas, desde el 11 al 22 de septiembre 2007. Las variables provistas en los registros son altura de ola significativa (Hs), período medio y dirección de propagación.

Adicional, se utilizaron los datos de la Boya Panamá- Colón de alturas significantes de la ola como referencia de un ciclo anual y se realizaron observaciones de la altura y periodo de la ola visual en la costa durante la campaña. Estas observaciones fueron corregidas por las ecuaciones dadas por Jardine 1977, donde; Hs= 1.0 + 0.77 V y por la formulación de Guedes Soares 1986, para el periodo de la ola; donde Ts= 1.3+1.17 Tv.

Los resultados se presentan en histogramas de ocurrencia de Hs, Dirección y periodo de la ola y rosa de direcciones.

- **Intrusión Marina en el Cauce Principal del Río Indio**.

Para la caracterización de esta condición físico-química, se realizaron mediciones in situ, superficiales y verticales de temperatura, salinidad, conductividad, sólidos disueltos y otros parámetros, por medio de equipo de sonda oceanográfica multiparametrica, YSI-556 MPS- de 25 m de profundidad en estratos estandarizados, 0, 5, 10 m y en dependencia de la profundidad de la zona, la cual se mide con la ecosonda manual de 400 kHz, 747401. Se establecieron un total 18 estaciones oceanográficas para la condición de marea baja, y 26 para la condición de marea alta, con cobertura espacial, transversal W- E y perfil longitudinal siguiendo el cauce principal en el eje N-S. Estas estaciones están determinadas por los gradientes verticales registrados in situ y por los parámetros de referencia dados; (salinidad, 0.45 UPS, Sólidos disueltos totales, 500 mg/L y conductividad (50-100µS/cm aguas muy poco salobres).

Se aplicó el modelo georreferenciado de Kriging, como método analítico para determinar la distribución espacial y vertical de los parámetros físico- químicos, el cual se basa en los fundamentos de la teoría geoestadística o de variables georreferenciadas. Es un método de promedios móviles ponderados usado para interpolar valores de un conjunto de datos obtenidos de una "red" de puntos, con el fin de obtener contornos que definan una zona con valores homogéneos y para la clasificación del cuerpo de agua se aplican los conceptos de Pritchard, 1982, Kjerve, 1987 entre otros. Adicionalmente, se definen los diferentes segmentos que componen el estuario, Zona de Río (ZR), Zona de Mezcla (ZM), Zona costera (ZC). La densidad fue calculada a partir de la temperatura y salinidad usando el algoritmo de Fofonoff y Millard (1983).

- **Aguas Subterráneas**

Cabe destacar que el estudio contempla la caracterización y análisis de las aguas subterráneas de la cuenca, cuya metodología y resultados serán presentados en un informe complementario.

2.3.2.6 Calidad de Aire

La caracterización de la calidad del aire existente en la cuenca del río Indio, se llevó a cabo mediante la identificación y selección de seis puntos asociados a comunidades allí establecidas, distribuidos entre los tramos: alto, medio y bajo. Los puntos seleccionados fueron sometidos a la aprobación por parte del PNUD y ACP, antes del inicio de las actividades de campo. La identificación de estos puntos y sus coordenadas de localización (Datum WGS84), se presenta en la Tabla 2-12. En el mapa 2 Sitios de Muestreo (al final del capítulo), se muestra su distribución en la cuenca.

Tabla 2-12
Coordenadas UTM de los puntos de medición de calidad del aire

Tramo	Comunidad	Coordenadas UTM (WGS-84)	Fecha de Medición
Alto	El Harino	595494 Este 971860 Norte	1/sep/2017 al 2/sep/2017
	La Mesa	596147 Este 954855 Norte	8/nov/2017 al 9/nov/2017
Medio	El Limón	591128 Este 994215 Norte	6/sep/2017 al 7/sep/2017
	Tres Hermanas	596368 Este 985001 Norte	26/oct/2017 al 27/oct/2017
Bajo	Las Cruces	593697 Este 999677 Norte	7/sep/2017 al 8/sep/2017
	Desembocadura río Indio	588892 Este 1016262 Norte	14/nov/2017 al 15/nov/2017

Fuente: Elaborado por URS Holdings, 2017.

En cada uno de los puntos se instaló un equipo EPAS Hazscanner por un período de 24 horas continuas, durante las cuales se realizaron mediciones de tres parámetros de calidad del aire mediante sensores electroquímicos, así como mediciones puntuales de variables climáticas. Las mediciones se realizaron en días específicos de los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2017, como se señala en la Tabla 2-12 anteriormente presentada. Los resultados en detalle y el certificado de calibración del equipo se presentan en el Anexo 6.

Los parámetros considerados se corresponden con lo solicitado en los alcances técnicos del estudio, definidos por el PNUD y la ACP, siendo estos el material particulado, distinguiéndose entre las partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) y partículas menores a 10 micras (PM_{10}), así como el monóxido de carbono (CO). Las variables climáticas registradas (de forma puntual) corresponden a la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

2.3.3 Componente biológico

2.3.3.1 Flora terrestre

Para conocer la diversidad alfa del área en estudio, se estableció un muestreo sistemático aleatorio, aunque limitado por la accesibilidad a los sitios. En esta primera fase (temporada lluviosa), se establecieron 15 parcelas permanentes y 10 transectos. Estas parcelas y transectos fueron delimitadas empleando una brújula y cinta métrica, y georreferenciadas con ayuda de un GPS Garmin. Los detalles de los 25 sitios de muestreo, sus coordenadas y el tipo de vegetación, según categorías de UNESCO, se muestran en la Tabla 2-13.

Tabla 2-13
Sitios de muestreo y tipos de vegetación por tramo

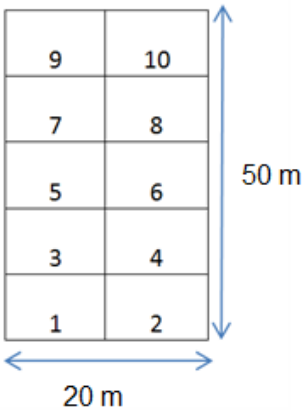
Tramo	Parcela y transecto	Localidad	Coordenadas X, Y (UTM)	Tipo de vegetación	Cobertura
Alto	5	Río Indio, cerro Llorón	598241, 958018	Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (1000 – 1500)	Bosque maduro
	6	Río Indio, cerca de Escuela Río Indio	597924, 957088	Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano – poco intervenido (500 – 1000)	Bosque intervenido
	7	Río Indio, cerca de Hotel	597033, 957216	Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 – 1000)	Bosque maduro
	8	Río Indio Centro Los Chorros	597533, 963956	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido (menor de 500)	Vegetación arbustiva y rastrojo
	9	El Harino	594665, 971318	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido (menor de 500)	Bosque intervenido
	PO	Río Indio Centro Los Chorros	597560, 965163	Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas – poco intervenido (menor de 500)	Bosque intervenido
	PO	El Harino-Río Indio Centro Los Chorros	595652, 969738	Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas - poco intervenido (menor de 500)	Bosque intervenido
	PO	Río Indio, cerca al cementerio de la comunidad	597733, 956654	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (<10 %).	Uso agropecuario de subsistencia intensivo
	PO	Río Indio Centro	598359, 984845	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas – bastante intervenido (menor de 500)	Vegetación arbustiva y rastrojo
Medio	1	Tres Hermanas	597010, 983607	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (menor de 500)	Bosque maduro
	2	Tres Hermanas, toma de agua	595428-984838	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	Bosque intervenido
	3	Tres Hermanas, Quebrada Conga Arriba	594325, 983021	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido (menor de 500)	Bosque intervenido
	4	Tres Hermanas, bosque hacia río Teriá	596984, 983508	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido. (menor de 500)	Bosque intervenido
	PO	Conga Arriba	593999, 983087	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (>10-50 %).	Uso agropecuario de subsistencia extensivo

Tramo	Parcela y transecto	Localidad	Coordenadas X, Y (UTM)	Tipo de vegetación	Cobertura
	PO	Tres hermanas	597929, 984559	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (>10-50 %).	Uso agropecuario de subsistencia extensivo
	PO	Tres hermanas	597231, 983825	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas – bastante intervenido (menor de 500)	Vegetación arbustiva y rastrojo
	PO	Tres hermanas	597015, 984715	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (>10-50 %).	Uso agropecuario de subsistencia extensivo
Bajo	10	Santa Rosa	588966, 1000917	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido (menor de 500)	Bosque intervenido
	11	Santa Rosa	589219, 1000847	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (menor de 500)	Bosque maduro
	12	Santa Rosa	589622, 1000922	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (<10 %).	Uso agropecuario de subsistencia intensivo
	13	Santa Rosa	590084, 1001219	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (>10-50%).	Uso agropecuario de subsistencia extensivo
	14	Santa Rosa	590716, 1000784	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas – bastante intervenido (menor de 500)	Vegetación arbustiva y rastrojo
	15	Boca de Río Indio	589494, 1014751	Plantación de palmera *Elaeis guianensis*	Plantación
	PO	Boca de Río Indio	589441, 1016257	Manglar	Manglar
	PO	Boca de Río Indio	589528, 1016249	Manglar	Manglar

Fuente: elaborada por el consultor, 2017

Tanto en áreas de bosque maduro, como en áreas de bosque poco o bastante intervenido se establecieron parcelas rectangulares de 20 m × 50 m (0.1 ha) y se midieron todas las plantas mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), incluyendo las lianas. Cada parcela fue subdividida en subparcelas de 10 m × 10 m, obteniendo un total de 10 subparcelas. Para ello, se estableció un eje central y a partir de allí se midieron 10 m a cada lado del eje, de esta forma se tienen las subparcelas impares en lado izquierdo y las pares en el lado derecho (Tabla 4-2). Se escogió sistemáticamente la subparcela 5, de cada parcela, para inventariar todos los individuos mayores a 1 cm de DAP en un área de 5 m × 5 m. Cada individuo inventariado se marcó utilizando una placa de aluminio, previamente enumerada. Para cada individuo se midió el DAP, altura comercial y la altura total.

Figura 2-5
Esquema de la parcela y la disposición de las subparcelas.



En algunos sitios, sobre todo en los sistemas productivos y el área de manglar, se establecieron transectos de 20 m × 5 m, dos en cada sitio, sumando un área de 200 m^2. En los transectos, además de inventariar las plantas leñosas, se contabilizaron plantas herbáceas y helechos. Tanto la información de las parcelas como los transectos permitirá evaluar la diversidad florística y el número de individuos por especies del área.

La identificación de las plantas se realizó en campo, en el caso que no se conocía la identidad taxonómica de algún individuo o si existía duda en la determinación, se colectaron muestras botánicas, utilizando varas de colecta y podadoras de mano. Estas muestras fueron preservadas en alcohol al 75% y transportadas a las instalaciones del Herbario de la Universidad de Panamá, para su secado y procesamiento. El material colectado fue identificado utilizando literatura especializada y por comparación con especímenes del Herbario. Los nombres científicos fueron verificados con el Catálogo de Plantas Vasculares (Correa et al. 2004) y la base de datos (www.tropicos.org).

2.3.3.2 Fauna terrestre

1. **Herpetología**

A fin de actualizar la información de anfibios y reptiles para la cuenca de río Indio se realizaron las siguientes metodologías:

- **Revisión de fuentes secundarias:**

Se recopiló y revisó la literatura científica disponible para actualizar la información taxonómica de las especies reportadas para la cuenca de río Indio e incluir aquellas especies reportadas recientemente en el área, así como especies nuevas descritas para el país, que potencialmente podrían estar presentes en el área de estudio.

- **Muestreo de Campo**:

La metodología de campo estuvo basada en la compilación descrita para anfibios y reptiles de Puerta-Piñero et al. (2014). Para ello, las coberturas vegetativas y de uso de suelo fueron muestreadas de día y de noche, para cubrir la herpetofauna con actividad diurna y nocturna.

Las búsquedas se centraron en el suelo, hojarasca, troncos podridos, vegetación baja, arbustos, árboles y tronco y ramas de árboles grandes, utilizando búsquedas generalizadas. Las actividades de muestreo tomaron en consideración los diferentes tipos de cobertura (e.g., bosque maduro, bosques intervenidos, sistemas productivos y rastrojos con vegetación arbustiva).

La información fue compilada en formularios apropiados donde se anotó la información taxonómica y abundancia de las especies, lo mismo que datos ambientales relevantes. Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron registradas por cada punto de muestreo usando coordenadas latitud-longitud y en proyección WGS84, Las tablas y puntos de muestreo se presentan en el Mapa 17, al final del capítulo.

La identificación de los especímenes se hizo por observación directa o se procedió a la captura para determinarlos a nivel de especie. Las capturas se realizaron manualmente o con la asistencia de un bastón herpetológico, para su posterior determinación a nivel de especie; unos identificados fueron liberados en el mismo sitio de la captura. Durante las visitas de campo se llevó un registro del número de individuos de cada especie observada. Para evitar contar un individuo más de una vez, cada sitio de muestreo fue visitado sólo una vez por estación climática. En cada sitio de muestreo se anotó la hora de inicio y final del muestreo, así como el (los) nombre(s) del (de los) observador(es), la hora en que se fue observado el individuo y la información climatológica básica predominante durante el periodo de muestreo de cada sito evaluado.

Además, se realizaron anotaciones por separado de cada hábitat estudiado (e.g., bosque, margen de arroyo, poza), lo que permitió calcular el esfuerzo de muestreo de cada tipo de hábitat, expresado como horas-hombre. Para la identificación de las especies se utilizó las publicaciones de Köhler (2008 y 2011).

2. Aves

Los métodos para el componente aves incluyó primeramente una revisión de la literatura (e.g. Garcés & Angehr 2006) que sirvió para comparar con los resultados que se han obtenido. Posteriormente se procedió con los trabajos de campo para la colecta de datos, según las metodologías estándar para levantar línea base de una zona. Los métodos de campo incluyó la captura de aves con redes de niebla, búsquedas generalizadas y registros de vocalizaciones en diferentes tipos de hábitat.

Los trabajos de campo se iniciaron en el tramo alto, tomando como base de operaciones las áreas circundantes a los poblados de Río Indio Nacimiento y Jordanal. En el área se identificó cuatro tipos de vegetación más extensos, donde el bosque maduro y el bosque intervenido son los mejor representados, y se constituyen en un elemento de relevancia para la conservación de la naciente de Río Indio. También hay zonas con usos agropecuarios de subsistencia (potreros) y rastrojos con vegetación arbustiva.

En el tramo medio se tomó como localidad referencia el poblado de Tres Hermanas dada su proximidad a los tipos de vegetación de interés. En el tramo bajo se tomó como punto de

referencia para los trabajos la localidad de Santa Rosa, y en la desembocadura de Río Indio se inventariaron el manglar y el palmar de Elais (palma aceitera o africana).

En cada zona se identificó los diferentes tipos de cobertura, como se había acordado con los especialistas. Las tres metodologías que se utilizaron con las aves tuvieron como objetivo compilar información sobre riqueza de especies (cantidad) y una estimación de la abundancia, lo que constituyó lo fundamental en el levantamiento de una línea base. El listado de especies permitió evaluar el estado de conservación de las aves y su relación con los diferentes tipos de vegetación. A continuación se describen los métodos para los inventarios de aves:

- **Redes de captura:**

Sólo se usaron en los muestreos de bosques maduros, bosques intervenidos y rastrojos. En cada hábitat se estableció una estación de redes donde se colocaron seis redes, separadas una de las otras por unos 30 m. Las redes fueron de tamaño estándar, con dimensiones de 12 m de largo por 2,5 m de alto, y tamaño de malla de 30 - 36 mm. Fueron abiertas desde el amanecer hasta las últimas horas de la tarde, pero el tiempo de apertura estuvo condicionado al estado del tiempo, especialmente las lluvias que para el momento de los trabajos fueron intensas. La topografía del terreno y la extensión del tipo de vegetación de interés fueron factores que también condicionaron el número de redes por estación. No obstante, se anotó el número de horas redes y la cantidad de metros de redes para calcular el esfuerzo, que al final será expresado horas / red = tiempo que permaneció abierta cada red por el número de redes (Villarreal et al. 2004). Cada estación de redes fue georeferenciada con un Garmin GPSMAP 62SC para el análisis SIG de los resultados (UTM WGS84).

Las aves fueron identificadas mediante las guías de Aves de Panamá (Ridgely & Gwynne 1993) y de Angehr & Dean (2010). Después de la identificación, se les marcó cortándoles una pluma timonera (cola) izquierda y una derecha a manera de códigos para identificar recapturas. La información para cada ejemplar capturado fue compilada en formularios donde se anotó, la localización de la estación, fecha, compiladores, tipo de cobertura, nombre de la comunidad más cercana, coordenadas geográficas, nombre de la especie y sexo (cuando fue posible). Además, se hizo un registro fotográfico de los ejemplares capturados. Una vez registrada la información, los animales fueron liberados cerca del área de captura. El método de capturas con redes permitió detectar aves que por sus hábitos crípticos y esquivos fueron difíciles de observar en la vegetación densa.

- **Búsquedas generalizadas:**

Este es un método apropiado que generó información sobre la riqueza de especies, de los tipo de coberturas, y especialmente efectiva cuando se dispone de poco tiempo, según lo expresan Ralph et al. (1996). Consistió en hacer recorridos por caminos o trochas y registrar aves que por lo general no son atrapadas en las redes, ya sea porque desarrollan sus actividades en lo más alto del bosque, que por su mayor tamaño hace inapropiadas las redes de captura y por aquellas que se movilizan en áreas abiertas donde las redes tienen poca eficacia. La identificación de las aves se hizo mediante el uso de binoculares (e.g 10 x 40) y las guías de Aves (Ridgely & Gwynne 1993; Angehr & Dean 2010).

- **Grabación de vocalizaciones:**

Se grabaron las vocalizaciones de las aves que no fueron detectadas visualmente ni capturadas en redes, según lo propuesto por Villarreal et al. (2004) y Puerta-Piñero et al. (2014). Esta herramienta permite recabar información complementaria a los métodos de captura con redes y búsquedas generalizadas. Posteriormente se hizo la identificación de las vocalizaciones cotejándolas con grabaciones debidamente identificadas.

- **Aves migratorias**

También fueron tomadas en cuenta las aves migratorias del Hemisferio Norte, cuya arribada y permanencia en el Neotrópico ocurren principalmente entre finales de septiembre y principios de abril, con picos de paso hacia el sur a finales de septiembre y octubre de cada año. Algunas veces se pueden observar algunos ejemplares migratorios muy adelantados a la época de migración y a veces muy atrasados en su época de partida. Las aves migratorias son un componente importante de la avifauna panameña, contabilizándose unas 149 especies frecuentes y unas 70 adicionales son visitantes casuales en nuestro territorio, que representan el 15% de la avifauna nacional (Ridgely & Gwynne 1993, Angehr et al. 2008).

- **Aves amenazadas**

    - **Especies protegidas por ley nacional:**

Comprende principalmente aves que tienen importancia en cacería deportiva y de subsistencia, y también algunas importantes en el comercio de mascotas. Estas aves están listadas en la Resolución N° DM-0657-2016 (De viernes 16 de diciembre de 2016) del Ministerio de Ambiente de Panamá.

    - **Especies en los apéndices de CITES:**

Panamá es signatario de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies en Peligro (CITES) desde 1977. El tratado funciona con base a cuatro apéndices estableciendo diferentes restricciones de comercio para las especies inscritas en los Apéndices I, II y III (ver CITES 1998). Para los fines de éste trabajo, se usan los apéndices I y II que son los de mayor relevancia.

- **Listas de UICN:**

Para la situación de las aves según los criterios de UICN se tomará en cuenta el sitio http://www.iucnredlist.org/details, donde aparece el estado de conservación de cada especie de flora y fauna (e.g. vulnerable, en peligro, en peligro crítico). Cabe señalar que las listas rojas de la UICN hacen una consideración general del estado de una especie determinada en todo su ámbito de distribución geográfica, por lo que muchas veces no concuerdan con la situación de esa especie en un país determinado.

La información compilada fue analizada para las curvas acumulativas de especies para cada tramo, lo que es útil para inferir una buena o escasa estimación de la riqueza de especies al levantar una línea base de cualquier grupo de organismos. También se calcularon los índices de Sørensen para comparar el grado de parecido de la avifauna entre tramos, lo mismo que los índices de equidad de Simpson y diversidad de Shannon-Wiener por medio del programa PAST. La diversidad (*H'*) Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mientras que el de Simpson valora la abundancia de las especies en la muestra (Moreno 2001).

3. Mamíferos

Para obtener información sobre la riqueza de especies, ecología y el estado de conservación de las especies de mamíferos silvestres se emplearon diferentes métodos, según lo proponen Wilson et al. (1996). En este estudio se usaron métodos para obtener información sobre los mamíferos pequeños (roedores, marsupiales y murciélagos), medianos (e. g. ñeque, conejos pintado, saíno) y grandes (e. g. venados, felinos). Estos métodos fueron utilizados de acuerdo al tipo de cobertura boscosa y uso de suelo presente los tramos de la cuenca de río Indio.

- **Captura con redes de niebla**

Las redes de niebla fueron utilizadas para caracterizar los murciélagos, las mismas fueron colocadas en el bosque maduro y bosque intervenido. Se establecieron seis estaciones con seis redes de niebla (12m x 2.5m) colocadas a nivel del sotobosque (0-3m) y se mantuvieron abiertas desde las 18:00 – 22:00hrs, tal y como lo sugieren Bonnacorso (1979) y Kalko & Handley (2001). El esfuerzo de muestreo se calculó multiplicando las horas de muestreo por el número de redes (horas/redes).

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas a intervalos de 20 – 50 m y en diferentes micro hábitats (ej. borde del bosque, interior del bosque, claros del bosque, quebradas o riachuelos) y georreferenciadas con un Garmin GPSMAP 62SC para el análisis SIG de los resultados (UTM WGS84). Para liberar a los murciélagos atrapados, las redes fueron revisadas cada 30 - 45 minutos, dependiendo de la actividad o frecuencia con que son atrapados en las mallas. Los murciélagos se identificaron hasta especie, también se tomó información sobre el sexo, edad, estado reproductivo, largo de antebrazo en milímetros (mm), masa corporal en gramo (gr); así como la hora y fecha, sitio de captura, número y estrato de la red, hábitat y condición del clima (Kunz 1988, Wilson et al. 1996). Este método de captura no fue aplicado en el rastrojo y vegetación arbustiva ni en el sistema productivo, ya que su aplicación pierde eficacia en este tipo de vegetación.

- **Capturas de animales vivos con trampa**

Las capturas de los mamíferos terrestres pequeños no voladores se realizaron con trampas vivas. Se utilizaron 25 trampas Sherman (3x3.5x9") y 25 trampas Tomahawk (19"x6"x6"), para la captura de roedores y marsupiales vivos pequeños y medianos. Las trampas fueron colocadas a lo largo de un transecto lineal de aproximadamente 500 m de longitud (Woodman et al. 1995, Wilson et al. 1996). El esfuerzo de muestreo con esta metodología se calcula en base al número de trampas abiertas cada noche (noches/trampas).

El método de transecto lineal permite cubrir diferentes tipos de micro hábitats dentro de los sitios de estudio (e. g. quebradas o riachuelos, interior del bosque, claros del bosque, borde del bosque y área abierta). Para cada sitio se colocaron 13 estaciones, separadas a una distancia de 20-25 metros, dependiendo de los micros hábitats (Woodman et al. 1995), las cuales fueron georreferenciadas con un GPS Garmin para el análisis SIG (UTM WGS84). En cada estación del bosque se colocaran dos (2) trampas Sherman y dos (2) trampas Tomahawk. En las estaciones de captura se colocó una trampa a nivel del suelo y una (1) en la vegetación, a una altura de 1- 2 metros; una de cada par en cada lado del transecto.

En las estaciones ubicadas en zonas de uso agropecuario sólo se colocaron trampas a nivel del suelo y cada estación del área abierta tuvo dos (2) trampas de cada tipo colocadas en el suelo, una en cada lado del transecto. Todas las trampas fueron revisadas y cebadas en la mañana entre las 0700 - 1100hrs. A los animales capturados se les tomó datos sobre la especie, sexo, edad, estado reproductivo, así como los datos de masa (gr) y de tamaño (mm) corporal (Wilson et al. 1996). También se tomó registro de la hora y fecha, sitio de captura, número y nivel de la trampa, y el tipo de microhábitat. Los animales procesados fueron liberados una vez que se tomaron los datos.

- **Recorridos en transectos lineales**

Se hicieron recorridos en transectos lineales para detectar la presencia y estimar la abundancia de los mamíferos de tamaño mediano y grande, tanto terrestres (e. g. venados, felinos, roedores caviomorfos) como arbóreos (e. g. primates, prociónidos), así como diurnos o nocturnos (e. g. mono nocturno). Para el muestreo de los mamíferos terrestres y arbóreos medianos y grandes se realizaron recorridos en un (1) transecto lineal de 600 m de largo (Péres 2000, Cullen 2001). Los transectos se muestrearon durante la mañana (06:00 – 11:00hrs) y en la noche (18:00 – 22:00 h). Durante los recorridos tanto los biólogos de campo como los ayudantes de la comunidad hicieron observaciones directas (individuos) e indirectas (e. g. huellas, heces, restos de comida) de los animales (Carrillo et al. 2000). Los datos recopilados fueron: nombre científico de la especie, tipo de observación, distancia (m) y posición con el GPS en el transecto (UTM-WGS84), hora y fecha, condiciones climáticas.

- **Cámaras trampas**

Con el propósito de obtener registros fotográficos de mamíferos y/o vertebrados no registrados o registrados por observaciones indirectas durante los recorridos en transectos lineales, se usaron cámaras trampas en el bosque maduro, bosque intervenido, y rastrojo (no será aplicado en el potrero). Este método consiste en utilizar cámaras trampas automáticas, equipadas con sensores de movimiento y de calor, que fueron colocadas en estaciones. Cada estación tuvo dos cámaras trampas, una a cada lado del sendero, con la intención de obtener ambos lados de los animales fotografiados. Las estaciones estuvieron separadas unas de otras por unos 50 o 100 m, con el propósito de registrar especies de importancia para la conservación (e. g. jaguar, tapir, conejo pintado).

2.3.3.4 Identificación de vectores transmisores de enfermedades

Los insectos de interés médico-veterinario se colectaron en un bosque maduro del tramo alto de la cuenca de río Indio. La recolección de los insectos se realizó mediante cuatro métodos muestreos: el uso de trampas CDC, trampas Malaise, trampas con luz incandescente y el uso de aspiradores manuales para mosquitos. Se emplearon dos trampas CDC, tres trampas Malaise y cuatro trampas de luz incandescente, dispuestas durante cinco días consecutivos y a una distancia de 50 m una de otra, con la finalidad de que las mismas atrajeran mosquitos, chitras y otros insectos de interés médico. Las mismas fueron colocadas a 50 m cada una (entre las 18:00 y las 06:00 horas, hasta completar una intensidad de esfuerzo de 14 horas cada una.

Los mosquitos atrapados fueron colocados en botellas plásticas que contenían alcohol al 70%" y fueron transportados a los laboratorios de la Universidad de Panamá para su debida determinación a nivel de especies de acuerdo con los criterios de (King et al. 1960, Darsie & Ward 1981). También fueron comparados con las colecciones de referencia del Instituto Conmemorativo Gorgas Estudio de la Salud (ICGES).

Las "chitras" o los flebótomos se colectaron mediante el uso de trampas CDC, las cuales fueron colocadas a una distancia de 100 m entre ellas, y a una altura de 2 m (Sudia & Chamberlain 1962) en los diferentes transectos previamente identificados para este fin. Las mismas funcionaron por 12 horas, iniciando a las 18:00 p.m. y retirándolas a las 08:00 a.m del día siguiente. Los ejemplares atrapados fueron preservados en alcohol al 70%. Posteriormente, los mismos fueron trasladados a los laboratorios de la Universidad de Panamá donde fueron procesados según la técnicas de Forattini (1973) y, para su identificación se emplearon las claves y a las características morfológicas de Young & Duncan (1994).

Los tábanos fueron capturados usando un caballo de pelaje oscuro como cebo atrayente, dándoles un golpe que los aturdía y posteriormente eran transferidos a una cámara letal con acetato de etilo. Se realizó un día de captura, de 12:00 md a 16:00 pm. Los especímenes capturados fueron montados en alfileres entomológicos. La identificación se realizó con las claves de (Fairchild & Burger 1994) y con la ayuda del material de referencia de la Maestría en Entomología y del Museo de Invertebrados de la Universidad de Panamá. Los miembros de Simulidae fueron colectados usando las trampas Malaise, se recolectaron los especímenes en botellas plásticas que contenían alcohol al 70%, para su posterior identificación con la clave de (Petersen & Méndez 1984).

2.3.3.5 Flora y fauna acuática

Para la caracterización de la fauna acuática se establecieron estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca del río Indio, siendo los sitios de muestreo definidos de la siguiente forma:

Tabla 2-14
Distribución espacial de las estaciones de muestreo de fauna acuática

Punto de muestreo ID	Coordenadas E/N		Ubicación
Tramo bajo			
1	0589647	1014687	Qda Membrillar
2	588782	1005849	Qda La Encantada
3	0593714	999852	Vado la encantada camino a Limón
4	587910	1001229	Desembocadura río Jobo
5	0589696	0996284	Río Indio frente escuela Dominical
15	589169	1016133	Desembocadura Río Indio*
Tramo medio			
6	0590081	0990280	Q/SN Arriba Boca Uracilo camino a Coquillo
7	0590583	0991355	Frente al pueblo sobre la boca del río Uracilo
8	0589723	0990150	Qda El Silencio / río Uracillo
9	0596637	0984853	Río Teriá
Tramo alto			
10	0589723	0973686	Qda Claras Arriba
11	0597029	0965716	Qda Arenilla
12	0600525	0969810	Unión Teriá - Teriacito
13	0601307	0968380	Río Teriá Nacimiento
14	0598040	0954656	Río Indio Nacimiento

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Nota: * No hubo colectas por el mal tiempo, solo se aplicaron entrevistas a pescadores del área.

- **Macrófitas acuáticas y semi-acuáticas**

Para realizar el muestreo se establecieron transectos de aproximadamente 10 m a lo largo de los sitios de muestreo, con dos metros de separación de la orilla, estos a manera de recorridos por la variación del terreno de los sitios. Las macrófitas que se encontraron fueron herborizadas para su posterior identificación a la categoría taxonómica más baja posible (género o especie), usando claves taxonómicas como Flora de Panamá, Flora de Costa Rica, Flora de Nicaragua y Flora Mesoamericana.

- **Insectos acuáticos**

La toma de muestras de insectos acuáticos utilizó diferentes métodos de pesca incluyendo redes tipo D, revisión de las piedras en ríos y quebradas asociadas a la ribera. En ocasiones mientras se realizaba la electro pesca de peces, se podían capturar diferentes especies de macro insectos acuáticos. Las muestras colectadas fueron colocadas en bolsas tipo ziploc y envases plásticos, preservadas y llevadas al laboratorio para su posterior análisis. El análisis en laboratorio primero consiste en la limpieza de las muestras para poder separar los grandes grupos y luego identificarlos de acuerdo a algunas guías de especies de insectos acuáticos. Los datos son tabulados en una tabla tipo Excel para ser procesados de la mejor forma.

- **Macro invertebrados**

La metodología de colecta de forma general consiste en la revisión de rocas ubicadas en los ríos y quebradas además del uso de redes tipo D para la captura de macro invertebrados acuáticos. Así mismo, se pueden capturar organismos con el uso de equipo de electro pesca lo que permite capturar los organismos que son aturdidos por la descarga eléctrica. Las muestras colectadas se depositan en bolsas tipo ziploc debidamente rotuladas para su posterior identificación en el laboratorio.

- **Ictiofauna**

El monitoreo de la fauna acuática se realizó en las 14 estaciones establecidas, utilizando en cada una diferentes artes de pesca dependiendo de las condiciones de la estación, tratando de colectar la mayor cantidad de especies posible. Las artes de pesca utilizadas fueron: la pesca eléctrica, atarraya, trasmallo, y con red de mano, todas las especies se identificaron in situ y fueron devueltas a los ríos. Ver Registro Fotográfico componente Fauna Acuática, al final del capítulo 4.

Las muestras fueron fotografiada y medidas, aquellas que no se estaba seguro de su identificación fueron colocadas en bolsas plásticas con formol para su posterior identificación. De esta manera, se garantizó, el afectar lo menos posible la fauna existente en las zonas de estudios, de igual forma, se procedió a consultar a los residentes del área, para corroborar la información, sobre las distintas especies presentes y su uso.

3.0 DATOS GENERALES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE RÍO INDIO

Este capítulo presenta las principales generalidades del río Indio, a partir de datos de antecedentes, ubicación, límites y componentes de la cuenca así como su división político administrativa.

3.1 Antecedentes

La República de Panamá cuenta con una herramienta fundamental para el uso responsable y planificado de su recurso hídrico, luego que en agosto de 2016 se aprobara el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050 "Agua para Todos" (PNSH), tras un amplio ejercicio de participación ciudadana, por medio del cual se realizaron consultas a nivel nacional, a fin de generar ese documento que representa una hoja de ruta a seguir y cuyo objetivo es garantizar el acceso justo y equitativo del agua a toda la población y sectores productivos, en cantidad suficiente y calidad aceptable, asegurando la disponibilidad y protección de los recursos hídricos y los ecosistemas, en un clima cambiante. En atención a las acciones descritas en este plan, el pasado 15 de diciembre de 2015, en presencia del presidente de la República, Juan Carlos Varela, el Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE) y la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), firmaron tres contratos para la realización de una serie de estudios y análisis de pre factibilidad y factibilidad, en cuencas hidrográficas estratégicas, identificadas en el proceso de formulación del PNSH. Esta contratación se realizó considerando la amplia experiencia de la ACP en la gestión de cuencas, el manejo del sistema de lagos del Canal y la gestión de proyectos de gran envergadura.

Los contratos establecen la realización de estudios de pre inversión para el establecimiento de reservorios multipropósito en los ríos Indio, La Villa, Perales, Parita y Santa María así como el Análisis de pre factibilidad y factibilidad para determinar el potencial del río Bayano para la producción de agua potable para la región Metropolitana y Panamá Este; todo ello, coordinado por el Consejo Nacional del Agua (CONAGUA), entidad encargada de impulsar, orientar, coordinar y garantizar el desarrollo e implementación del PNSH y presidido por Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE). CONAGUA aprobó su Plan de Trabajo 2016-2018, en el que se incluyó como parte de las acciones de corto plazo para el logro de la Meta 2, Agua para el desarrollo socioeconómico inclusivo, estos estudios.

Uno de los contratos es el denominado "Estudios para la elaboración del diseño conceptual del reservorio multipropósito en la cuenca de río Indio y proyectos complementarios para el manejo de la cuenca", mediante el cual se llevarán a cabo los estudios técnicos, ambientales, sociales y económicos para el diseño conceptual de un reservorio y se ejecutarán proyectos para el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y la gestión integral en la cuenca de río Indio.

Como parte de los trabajos necesarios, está la actualización de la línea base ambiental de la cuenca del río Indio, considerando que para esta cuenca existen estudios de esta índole que datan de entre 5 y 12 años aproximadamente, por lo que se hace necesario actualizar y analizar la información para esta cuenca.

3.2 Ubicación, límites y componentes de la cuenca

La cuenca de río Indio se ubica en las provincias de Panamá Oeste, Colón y Coclé. Limita al norte con el mar Caribe, al este con la Cuenca del Canal y la cuenca de los ríos entre el Indio y el Chagres, al oeste con las cuencas de los ríos U y Miguel de La Borda, y al sur con las cuencas del río Antón y ríos entre el Antón y el Caimito. Tiene una extensión territorial de 579.8 km^2, y cubre 5 distritos, 11 corregimientos y 231 comunidades. (Ver Mapa Nº 1 Localización Regional).

La clasificación de la división las subcuencas de río Indio fue delimitada en función de los ríos secundarios principales que confluyen con el río Indio en el tramo bajo, medio y alto de la cuenca. De igual forma se tomó como referencia aquellos drenajes que forman parte de la campaña de aforos de la línea base ambiental. Los ríos secundarios son los siguientes: río la Encantada, río El Jobo, río Uracillo y río Teriá. En la tabla No. 3-1 se presentan las subcuencas de los ríos secundarios ya mencionados con sus respectivas áreas y longitudes de drenaje.

Tabla No. 3-3
Subcuencas que conforman la cuenca de río Indio

Subcuenca	Río principal	Área (Km^2)	Longitud de drenaje (Km)
La Encantada	La Encantada	62.57	34.65
El Jobo	El Jobo	38.14	19.44
Uracillo	Uracillo	108.52	32.46
Teriá	Teriá	97.3	32.42

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.

3.3 División político administrativa

Los distritos y corregimientos que se encuentran total o parcialmente dentro de la cuenca de río Indio son:

- En provincia de Panamá Oeste: distrito de Capira, corregimientos de Cirí Grande, Santa Rosa, Cirí de los Sotos y El Cacao.
- En provincia de Colón: distritos de Chagres, corregimientos de La Encantada, Salud; y Donoso, corregimientos de Río Indio, y Gobea.
- En provincia de Coclé: distritos de Penonomé (Río Indio, Chiguirí Arriba) y Antón (corregimiento El Valle).

3.4 División de la cuenca por tramos

Para efectos de este estudio y complemento al análisis de la información, según división política administrativa, se ha dividido la cuenca entres "tramos", específicamente: tramo alto, tramo medio y tramo bajo, de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia del presente contrato.

4.0 RESULTADOS DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

El ***cuarto capítulo*** presenta los resultados finales obtenidos en cada una de las áreas temáticas que conforman el alcance de la línea base ambiental de la cuenca de río Indio, siendo éstos: 1) relieve del área, 2) geología y geomorfología, 3) suelos, 4) clima y zonas de vida, 5) hidrología, 6) calidad de aire, 7) flora terrestre, 8) fauna terrestre, 9) vectores transmisores de enfermedades, 10) fauna acuática, 11) flora acuática.

En cada una de las secciones se presenta los resultados finales obtenidos en el estudio, considerando cada uno de los tramos en que se ha dividido la cuenca (alto, medio y bajo). Una parte esencial de la organización de la información del presente documento incluye el manejo de los datos levantados en campo mediante muestreos, análisis de laboratorio e instalación de estaciones de medición de calidad del aire. Al final del capítulo se presentan los mapas relacionados y los registros fotográficos correspondientes a cada tema.

Es importante señalar que los datos presentados comprenden el periodo lluvioso para el año 2017.

4.1 Características del componente físico

4.1.1 Relieve del área

Mediante un análisis de los mapas topográficos escala 1:50,000, se identificaron cinco diferentes accidentes topográficos superficiales que modelan el relieve predominante del área en estudio, a saber: i) Planicies litorales y costeras bajas con cotas menores de 20 msnm, principalmente en el tramo bajo de la cuenca; ii) entre las cotas de veinte y doscientos (20 y 200) msnm se pueden identificar cerros y colinas bajas; iii) montañas medias y bajas, con alturas que oscilan entre los doscientos y cuatrocientos (200 y 400) msnm, se aprecian en el tramo medio de la cuenca; iv) montañas altas, con alturas que varían entre los cuatrocientos y seiscientos (400 y 600) msnm en el tramo medio y, tramo alto; y v) picos y cimas de montañas altas entre los que se identifican principalmente el cerro Gaital, en la parte más alta de la cuenca.

Este perfil topográfico del relieve del terreno nos demuestra que río Indio se eleva en la divisoria continental a unos 1,185 msnm y fluye en dirección Norte, unos 100 kilómetros sobre una distancia aérea de 63 kilómetros. El río desciende de la división continental en un gradiente de aproximadamente el 6.5 %, fluye a través del tramo alto, relativamente estrecho de la cuenca, con un gradiente de aproximadamente 2.5 %, para luego registrar un gradiente medio de aproximadamente 0.4 % hacia el tramo medio, siendo el área más plana; en tanto en el tramo bajo hasta el océano el gradiente es de un 0.25 %.

Los ríos como agentes que influyen considerablemente en el relieve terrestre; lo modifican, con fenómenos como denudación, meteorización, transporte, erosión y sedimentación, los cuales han producido la descomposición de los materiales de la superficie terrestre, modificando o modelando el relieve de la cuenca. La corriente de los ríos transporta fragmentos de rocas, limo, arenas, entre otros elementos, debido a que va erosionando el fondo y los márgenes del río, lo que va dando origen a llanuras aluviales, generalmente de

muy buena fertilidad. Los ríos han modificado el relieve, destruyendo las formas existentes y construyendo nuevas formas por acumulación de materiales que arrastran en su curso.
La cuenca del río Indio ubicada al norte de la región central del Istmo, ubicado dentro de una zona tectónicamente activa y con la confluencia de cuatro placas litosféricas, debe su relieve principalmente a procesos asociados de subducción y volcanismo de arco, así como a un desplazamiento de rumbo de gran ángulo, fallamiento en bloques y fallamiento inverso (Mann, 1995).

El análisis de los mapas topográficos permitió identificar las condiciones existentes en cada tramo de la cuenca, que oscilan desde cotas menores que van de 0 a 356 msnm, principalmente en el tramo bajo de la cuenca, las cuales incrementan progresivamente a lo largo de la cuenca hasta alcanzar alturas de 1,185 msnm, destacándose en el tramo alto, el cerro Gaital (ver mapa topográfico y de relieve al final del capítulo). A continuación se presentan las principales elevaciones topográficas identificadas en cada uno de los tramos en que ha sido dividida la cuenca:

Tramo alto
En el tramo alto se identificaron los siguientes cerros: Gaital de 1,185 msnm, Pilón de 1,045 msnm; Pelado de 1,185 msnm, ademásse identificaron varios cerros sin nombre con más de 900 msnm. Por otro lado se observan otras elevaciones menores como cerro la Vaqueta de 273 msnm, cerro Tavi; cerro Alto de Uracillo de 418 msnm; serranía de la Concepción 623 msnm, Loma la Mangue, de 463 msnm; Cerro del Ozo de 378 msnm; cerro Teriá de 400 msnm, cerro Tigre de 420 msnm; Teriá Arriba de 496 msnm, Loma del Coco de 320 msnm.

Los picos y cimas de montañas altas, son las áreas conformadas por rocas más resistentes a los procesos de erosión y meteorización, los cuales también se formaron durante el terciario indiferenciado. La más notable elevación de este grupo es el cerro Gaital, cerro Pilón y cerro Pelado de 1,000 a 1,185 msnm, serranía de la Concepción 623 msnm, además se identificaron varios cerros sin nombre con más de 900 msnm, todos de origen volcánico. Este tramo alto presenta, topografía, pendientes y picos más irregulares y considerablemente empinados de la cuenca

Este tramo de la cuenca también muestra montañas altas, cuyas alturas oscilan aproximadamente entre 400 m y 600 msnm, formadas durante el terciario indiferenciado.

Las regiones morfoestructurales de la República de Panamá, se individualizan claramente desde el punto de vista topográfico en (altitud y pendiente), estructural en (litología y tectónica) y de acuerdo con su historia geológica.

Tramo medio
En el tramo medio de la cuenca, se destacan alturas de aproximadamente 300 msnm, tales como: cerro Los Naranjos de 264 msnm; cerro El Clavo de 293 msnm; cerro Caballo de 280 msnm; cerro Las Ollas de 165 msnm; cerro Tres Hermanas de 128 msnm; Loma del Mono de 154 msnm; cerro del Barrero de 176 msnm, cerro del Silencio de 282 msnm, cerro La Vaquera de 273 msnm; cerro San Cristóbal de 271 msnm. En este tramo de la cuenca también se aprecian montañas medias bajas, cerros, colinas planicies, y llanuras.

Se presenta un relieve ondulado con un drenaje dendrítico pronunciado, con varios arroyos pequeños, es lo característico de este tramo. Los afloramientos rocosos son escasos y difíciles de localizar. Algunas colinas aisladas se elevan sobre las otras, presumiblemente formadas por rocas más resistentes que las áreas circundantes.

Las montañas medias y bajas están conformada por montañas originadas durante el terciario indiferenciado, con alturas oscilan entre 200 y 400 msnm aproximadamente, cuyas pendientes varían entre medianas y fuertemente inclinadas. El tramo medio presenta topografía y pendientes de moderadas a suaves y el río comienza a nivelar su cauce.

Tramo bajo

Para el tramo bajo se destacan planicies litorales y costeras bajas menores de 20 msnm. Gran parte de la cuenca de río Indio se caracteriza por la presencia de sedimentos y rocas volcánicas del mioceno del periodo terciario. Esta es la región más reciente de deposición en la que los procesos geomorfológicos han creado, playas, meandros, deltas, planicies costeras, aluviales e inundables, que demuestran procesos activos de erosión/sedimentación en la cuenca, los cuales pueden aumentarse como consecuencia de la deforestación registrada. Además, se identificaron, pequeñas colinas de hasta 50 msnm.

En el tramo bajo se identificaron los siguientes cerros: Teriá de 369 msnm; Hinojal de 307 msnm; La Pólvora 74 msnm, cerro Pelado 85 msnm, cerro Dominical 160 msnm, cerro Roma de 133 msnm y cerro Ormigoso 117 msnm. El tramo bajo presenta la topografía y pendientes suaves, en tanto el río se aplana.

En este tramo también se aprecian cerros y colinas bajas, con elevaciones que oscilan entre 20 y 200 msnm aproximadamente. La mayor parte de estos cerros y colinas se presentan con una topografía muy moldeada, con pendientes poco pronunciadas; se trata de terrenos del terciario inferior-superior e indiferenciado.

Análisis de resultados:

La topografía de la cuenca se caracteriza por un terreno fuertemente seccionado con pendientes y picos considerablemente empinados, con cerros, montañas, picos y colinas de forma cónica irregularmente espaciadas y un patrón de drenaje dendrítico. Las formas de relieve parecen ser el resultado de la escorrentía causada por la lluvia y la erosión de ríos y arroyos bien desarrollados.

La cuenca del río Indio, presenta una forma alargada, con una topografía muy quebrada en el tramo alto, con pendientes mayores a 50%, un macizo rocoso en el tramo medio y planicie en el tramo bajo. En la parte más alta de la cuenca existen alturas de aproximadamente 1,185 msnm, correspondiente al cerro El Gaital.

En los tramos, alto y medio se identifican planicies, montañas medias y bajas con alturas que oscilan entre los 400 y 600 msnm.

En el tramo bajo de la cuenca, se encuentran planicies litorales y costeras bajas de menos de 20 msnm, pequeñas colinas de hasta 100 msnm. Desde el punto de vista topográfico en la

región se distinguen distintos niveles altitudinales del terreno cuyas características se describen a continuación:

Altitud relativa < 20 msnm: Tramo bajo, áreas formadas por planicies litorales y costas bajas en las cuales las pendientes varían de ligeramente inclinadas a planas. En los terrenos planos, las limitaciones más severas están relacionadas con las inundaciones frecuentes (planicies aluviales).

Altitud relativa de 20 a 49 msnm: Tramo bajo, se presentan colinas y llanuras con pendiente de ligera a medianamente inclinadas y suelos de bajo contenido en nutrientes.

Altitud relativa de 50 a 99 msnm: Tramos bajo, y medio este nivel altitudinal se presentan cerros y colinas bajas con pendientes de medianas a fuertemente inclinadas, buen drenaje interno.

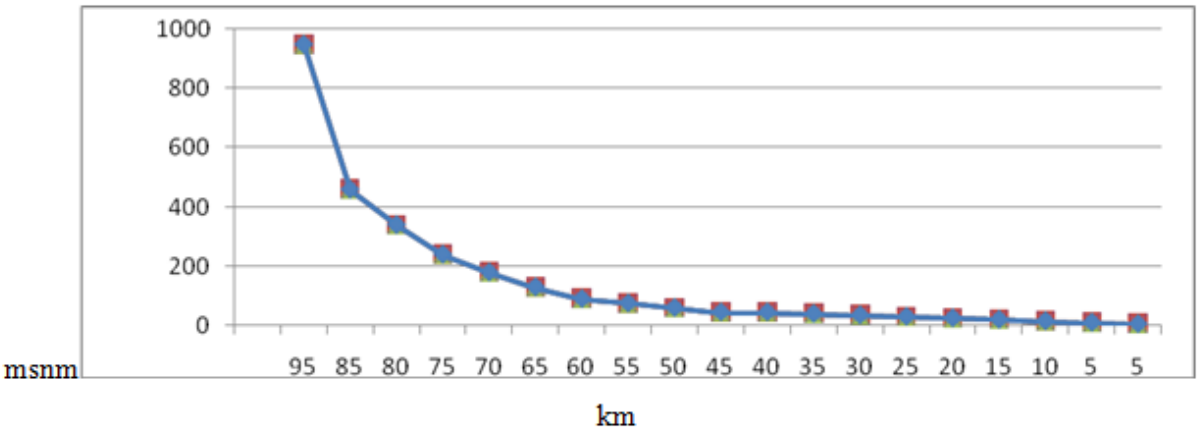
Altitud relativa de 100 a 199 msnm: Tramos bajo, y medio, áreas caracterizadas por la presencia de montañas bajas y cerros altos en los que el drenaje es de bueno a excelente y los suelos tienen baja capacidad agrologica.

Altitud de 200 a 399 msnm: Tramos bajo, y medio áreas caracterizadas por la presencia de montañas medias y bajas en las cuales la pendiente de la vertiente montañosa es muy fuerte. Además, poseen buen drenaje interno.

Altitud de 400 a 599 msnm: Este nivel está representado por montañas altas en las que prevalecen las pendientes fuertes y los suelos son delgados y de baja capacidad agrologica.

Altitud de 600 msnm y más: tramos medio y alto está formado por picos y cimas de montañas altas caracterizadas por pendientes abruptas, suelos delgados con drenaje interno de bueno a excesivo.

Gráfica 4-1
Perfil longitudinal de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor

4.1.2 Geología y Geomorfología

La parte más antigua de la región es el tramo medio superior, que se formó a finales del terciario hace unos 15 millones de años, por levantamientos y acumulación de material volcánico. Luego, durante el cuaternario, hace unos 3 millones de años, se formó la parte media inferior, producto de la erosión y acumulación de sedimentos desde la parte alta. (Coates, 2002).

El sector que corresponde a las montañas cuyas alturas oscilan entre 100 y 400 m, pertenece al período terciario de la era cenozoica, caracterizado por la presencia de, arcillas, conglomerados, lavas, tobas, aglomerados andesíticos – basálticos.

Dentro del área se presentan rocas sedimentarias del período terciario superior – inferior caracterizadas por la presencia de calizas, limolitas, lutitas, arenisca, tobáceas, tobas y lavas.

Gran parte de la región está conformada por colinas, cerros bajos y cerros altos, y montañas bajas cuyas altitudes oscilan entre 50 y 200 m, en la cual prevalecen las rocas sedimentarias y rocas volcánicas extrusivas (Basalto, Andesita, Toba, etc.).

4.1.2.1 Formaciones geológicas regionales y locales

Geología regional

Para realizar los trabajos de geología regional en la cuenca de río Indio, fue utilizado el Mapa Geológico de Panamá, escala 1:250,000, (preparado por la Dirección General de Recursos Minerales, del Ministerio de Comercio e Industrias, año 1990) el cual proporciona detalles apropiados para la línea base geológica de la cuenca. Las siguientes descripciones se derivan de las interpretaciones realizadas durante los estudios geológicos, y de informes y artículos publicados.

Geológicamente la cuenca del río Indio, está emplazada sobre formaciones litológicas del periodo terciario inferior- superior e indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico.

Tomando en consideración los diferentes niveles altitudinales se puede establecer en base al Mapa Geológico de Panamá, escala 1:250,000, que en la cuenca del río Indio se distinguen nueve (9) formaciones geológicas, de las cuales, cuatro son de origen sedimentario: (la formación Gatún; la formación Caimito, y la formación Chagres del terciario, y la formación Río Hato del cuaternario), y 5 formaciones de origen volcánico (la formación el Valle, la formación Cerro El Encanto y la formación Tucué, Grupo Cañazas del terciario (compuesta por andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y cuello volcánico), y las formaciones Cerro Viejo (compuesta por basaltos/andesita, amigdaloides vidriosos y basaltos post-ignimbríticos) y Cerro El Picacho, del cuaternario.

El mapeo geológico de reconocimiento se realizó a lo largo del río Indio, desde el extremo aguas arriba, entrando por el Valle de Antón, en el tramo alto de la cuenca. Posteriormente se realizó mapeo en el tramo medio y finalmente el tramo bajo de la cuenca. En los tramos medio y bajo el mapeo geológico se llevó a cabo utilizando un bote y caballos para movilizarnos, durante los cuales se analizaron visualmente en campo muestras de roca para su análisis petrográfico. Cabe descatar que las muestras no fueron analizadas en laboratorio sino en cada sitio visitado. Además las actividades realizadas en campo incluyeron:

- Descripción litológica a las muestras de roca analizadas durante el mapeo geológico en campo.

- Reconocimientos de campo enfocados en establecer o corroborar algunos rasgos, procesos y otras características de los componentes ambientales evaluados, como:
  a- Formaciones geológicas regionales y locales (identificación y descripción), geología estructural, estratigrafía, fallas, comportamiento tectónico, litología, identificación de sitios con problemas activos o potenciales de erosión e inestabilidad (naturales y antrópicos).
  b- Aspectos geomorfológicos, como la pendiente del terreno, procesos geomorfo-dinámicos, procesos geomorfológicos generados por diferentes factores.
  c-

Durante la revisión de información existentes se plasmaron en el Mapa N° 3 la presencia de fallas identificadas en los estudios elaborados por MWH para la ACP, principalmente en los tramos medio y bajo de la cuenca.

Durante los recorridos de campo se identificaron algunos sitios, taludes y/o laderas de las montañas, colinas, como es el caso de Cerro Pelado, coordenadas 588043 / 1011884, y a lo largo del cauce del río Indio, con cierta inestabilidad muy localizada, en las que se observaron evidencias de pequeños derrumbes, o deslizamientos en las coordenadas: 588306 / 1013015, 588406 / 1010601, 587452 /1007165; 590179 / 993362; 590961 / 993309, 591068 / 993116, 591044 / 992980, 591069 / 992839, 590070 / 994296 entre otros. Estos puntos fueron plasmadados en el Mapa Nº 2 Relieve.

En las zonas bajas y planas a lo largo de las riveras de río Indio se observaron taludes de entre 4 y 5 metros de altura. No obstante, la cobertura boscosa y herbácea es abundante, sirviendo, la misma como un mecanismo estabilizador natural.

En el sector de la quebrada la Murcialagueña (coordenadas 591825 /993378) se observó fenómeno cárstico, en donde se pueden apreciar cuevas por donde corre el agua de la quebrada.

En la cuenca se observaron dos tipos de áreas en las cuales el fenómeno de la erosión ha tenido sus efectos. En primer lugar están las tierras dedicadas a la producción agropecuaria, las cuales se encuentran fuertemente intervenidas por el hombre, a tal punto que la cobertura boscosa prácticamente no existe y en las que predominan los pastizales y en segundo lugar las áreas cubiertas por rastrojos. En la otra área, cuya mayor parte se encuentra muy bien

protegida por una fuerte cobertura boscosa, no se observaron efectos evidentes de la erosión, excepto los producidos por la acción natural.

A continuación se presentan las principales características geológicas identificadas en cada tramo:

Tramo alto
El tramo alto de la cuenca, en el sector donde los niveles altitudinales están por encima de los 200 msnm, se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas del periodo terciario, como la formación Tucué, grupo Cañazas, (TM-CATu) compuesta por andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y cuello volcánico. Con una posterior intrusión en el cuaternario, formación Cerro Viejo, (PL/PS-Cv) compuesta por basaltos, andesitas, cenizas, tobas, aglomerados y lavas.

La parte más antigua de la cuenca es el tramo alto que se formó a finales del terciario hace unos 15 millones de años por levantamientos y acumulación de material volcánico. (Coates, 2002). Una columna estratigráfica general se presenta en la tabla 4-1.

Durante los trabajos de campo, en este tramo se identificaron rocas mayormente de origen volcánico, pómez, andesitas de textura porfídica, holocristalina, fenocristales de plagioclasa, fenocristales de prioxeno, en una pasta con láminas de plagioclasa y cristales de piroxeno y magnetita.

Basalto vidrioso, (volcanita de composición básica) de estructura porfídica, textura granular, hipocristalina, fenocristales de plagioclases de piroxeno calcita y magnetita.

Tramo medio
El tramo medio, donde la elevación varía entre 50 y 397 msnm, está dominado por la formación sedimentaria Caimito (TO-CAI) con rocas típicas que incluyen areniscas tobáceas, lutitas tobáceas, toba y calizas foraminíferas, y la formación Tucué, (TM-CATu) compuesta principalmente por andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas, y cuello volcánico.

Además, en este tramo se presentan rocas sedimentarias del período terciario superior – inferior, caracterizadas por la presencia de calizas, limolitas, lutitas, arenisca, tobáceas, tobas y lavas. Gran parte de la región está conformada por colinas, cerros bajos, montañas bajas y cerros altos, cuyas altitudes oscilan entre 50 y 200 m, en la cual prevalecen las rocas sedimentarias y rocas volcánicas extrusivas (Basalto, Andesita, Toba, etc.).

En el tramo medio de la cuenca, donde los niveles altitudinales varían entre 50 y 200 m. predomina la formación sedimentaria del Oligoceno tardío de la formación Caimito, (TP-CAI) compuestas por arenisca tobáceas, lutitas tobáceas, toba, caliza foraminífera (miembro Quebrada Ancha), de tres miembros de la edad Oligocena (Woodring, 1982 a, 1982 b), y la formación Tucué, (TM-CATu) compuesta por andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y cuello volcánico. También se aprecia la formación Río Hato del cuaternario, compuesta por conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, y areniscas no consolidadas.

La mayor parte del lecho rocoso está cubierto por una sobrecarga de material meteorizado; Sin embargo, en algunas áreas, los deslizamientos de tierra han eliminado la sobrecarga para exponer la roca subyacente in situ. Los suelos residuales desarrollados a partir de la erosión de las areniscas y los sedimentos tienden a ser arcillosos, como se describe en los párrafos anteriores. La andesita y las unidades de roca basáltica forman muchas de las empinadas colinas y altas mesetas de la región.

Durante los trabajos de campo, se ubicaron rocas mayormente de origen volcánico, a saber: i) Andesita sub intrusivas, de textura porfídica, textura intergranular holocristalina, fenocristales de plagioclasas, fenocristales de prioxeno, en una pasta con láminas de plagioclasas y cristales de piroxeno y magnetita, ii) Basalto vidrioso, (volcanita de composición básica) de estructura porfídica, textura granular, hipocristalina, fenocristales de plagioclasas, hipocristalina fenocristales de piroxeno calcita y magnetita, iii) Limolita tobácea vidriosa un poco calcárea de estructura regular, fragmentos angulosos finos en material arcilloso de vidrio volcánico (esquirlas), iv) Arenisca fina, tipo grauvaca, con una estructura clástica, de textura regular, y fragmentos de rocas sedimentarias y volcánicas (limolitas y andesitas meteorizadas), v) Arenisca tobácea, con una estructura clástica, de textura regular, vidrio volcánico, fragmentos de plagioclasas, calcita microcristalina.

Aunque se pudo observar algunos afloramientos rocosos pequeños y dispersos a lo largo del trámo medio de la cuenca, un perfil moderado a profundo, degradado y una cubierta de suelo espesa, típica de clima tropical caracterizan la mayor parte de este tramo medio. Algunos estratos fueron interpretados paralelos al valle del río y tendiendo al noroeste, pero no se cree que sean causados por fallas significativas en esta dirección, sino que más bien están relacionados con las estructuras de pliegues con buzamientos de entre 10° y 30°, con la cubierta de roca sedimentaria.

Tramo bajo

Geológicamente el tramo bajo de la cuenca, cerca del mar, con alturas que oscilan entre 20 y 49 msnm, lo componen tres formaciones de carácter sedimentario, la formación Gatún (TM-GA), la formación Caimito (TO-CAI) y la formación Chagres (TPL-CH). La primera mitad del tramo bajo fluye por la formación Gatún del periodo terciario, compuesta por arenisca, lutitas, tobas, conglomerado, arcilla arenosa; además, una pequeña porción en el margen inferior izquierdo de la primera mitad del tramo bajo fluye la formación Chagres, del terciario, compuesta por arenisca maciza arcillas y conglomerado; en tanto la segunda mitad del tramo, fluye por la formación Caimito, también del periodo terciario, compuesta por arenisca tobácea, lutitas tobáceas, toba, caliza foraminífera.

Tabla 4-1
Columna estratigráfica de río Indio

Era	Periodo	Épóca	Edad	Formación		Descripción
Cenozoica	Cuaternario	($3x10^6$ al presente				Depósito aluvial río Indio
	Terciario			Chagres		Arenisca
		Plioceno ($3x10^6$)		Toro		RocaCaliza, coquina cementada
		Mioceno ($11x10^6$)	Tardío	Gatún Dacita, Andesita y Basalto e intrusiones		Arenisca masiva,limolita, conglomerado y toba
			Medio			
			Temprano	No depósito	La Boca	Predominantemente limolita o arenisca tobacea con caliza y conglomerado
		Oligoceno ($26X10^6$)	Tardio	Caimito		Arenisca tobacea, limolita y aglomerado tobcaeo
						Arenisca tobacea, toba, finos estratos de caliza
						ConglomeradoyAreniscatobacea
			Temprano	Las cascadas Bohío		Aglomerado- Las Cascadas-y flujos de lava intercalados. Conglomerado Bohio, arenisca tobacea, limolitatobacea con material piroclastico con muchomaterialpiroclástico, en gran parte no marino.
		Eoceno ($38x10^6$)	Tardio	Gatuncillo		lodo, piedra limosa, bentonita impura, caliza lenticulares
			Medio			
		Paleoceno ($48x10^6$)		No depósito		
Mesosoico		Cretacico ($71x10^6$)		Basamento Pre terciario		Rocas sedimentarias, rocas ígneas intrusivas y extrusivas y rocas metamórficas

Fuente: Elaborado por el consultor, adoptado de: Woodring and Tompson, 1949.

Durante los trabajos de campo, en este tramo se ubicaron rocas mayormente de origen sedimentario, a saber: i) Arenisca grauvaca fosilifera, de estructura regular y andesitas meteorizadas, fragmentos de feldespato y magnetita, matriz arcillosa, ii) Limolita tobásea vidriosa un poco calcárea, de estructura regular, fragmentos angulosos finos en material arcilloso de vidrio volcánico (esquirlas), iii) Arenisca tobásea vidriosa fosilífera, con una estructura clástica, de textura regular, vidrio volcánico, fragmentos de plagioclasa, calcita microcristalina

La parte superior del tramo bajo y la parte inferior del tramo medio de la cuenca se localizan en un área subyacente de rocas sedimentarias, la formación Caimito del Oligoceno, compuesta de tres miembros (Woodring, 1982a, 1982b).

El miembro inferior de la formación Caimito, se compone de conglomerado, grauvaca y arenisca tobácea, mientras que el miembro medio consta de arenisca tobácea, grauvaca y caliza foraminífera lenticular. El miembro principal superior está constituido por toba, toba, limonita y roca calcaliza discontinua con foraminíferos y arenisca tobácea. Los depósitos son principalmente marinos, pero litológicamente heterogéneos y los bloques de todos los miembros son arenosos, y en forma de estratos.

4.1.2.2 Geomorfología

De acuerdo al mapa geomorfológico de Panamá (1988), el proceso evolutivo de la corteza terrestre en la cuenca de río Indio, ha dado lugar a cinco estructuras geomorfológicas diferenciadas que se distribuyen entre los tres tramos de la cuenca:

- **Planicies litorales y costeras bajas menores de 20 msnm.** La mayor parte se caracteriza por la presencia de sedimentos y rocas volcánicas del mioceno de la era terciaria. Esta es la región más reciente de deposición en la que los procesos geomorfológicos han creado, playas, médanos, deltas, planicies costeras aluviales e inundables y algunos manglares, que demuestran procesos activos de erosión/sedimentación en la cuenca, los cuales pueden aumentarse como consecuencia de la deforestación.

- **Cerros y colinas bajas.** En la región se distingue un vasto complejo de cerros y colinas bajas, con elevaciones que oscilan entre aproximadamente 20 y 200 msnm. La mayor parte de estos cerros y colinas se presentan con una topografía muy moldeada, con pendientes poco pronunciadas; se trata de terrenos del terciario inferior- superior e indiferenciado.

- **Montañas medias y bajas.** Conformada por montañas originadas durante el terciario indiferenciado, cuyas alturas oscilan entre aproximadamente 200 y 400 msnm y cuyas pendientes varían entre medianas y fuertemente inclinadas.

- **Montañas altas.** Esta sección de la cuenca se formó durante el terciario indiferenciado, y se caracteriza por montañas cuyas alturas oscilan aproximadamente entre 400 m y 600 msnm.

- **Picos y cimas de montañas altas.** Son las áreas por las rocas más resistentes a los procesos de erosión y meteorización, que también se formaron durante el terciario indiferenciado. La más notable elevación de este grupo es el cerro Gaital.

A continuación la caracterización geomorfológica por tramo:

Tramo alto
Picos y cimas de montañas altas: Son las áreas constituidas por las rocas más resistentes a los procesos de erosión y meteorización, que también se formaron durante el terciario indiferenciado. La más notable elevación de este grupo es el cerro Gaital.

Montañas altas: Esta sección de la cuenca se formó durante el terciario indiferenciado, se caracteriza por montañas cuyas alturas oscilan aproximadamente entre 400 m y 600 msnm.

Tramo medio

En el tramo medio de la cuenca, se identifican rocas volcánicas subaéreas y durante el terciario se emplazó un conjunto de rocas intrusivas félsicas. (Speidel et al. 2001). Posteriormente, durante el cuaternario, hace unos 3 millones de años, se formó el tramo medio inferior, producto de la erosión y acumulación de sedimentos desde la parte alta. (Coates, 2002). En el tramo que corresponde a las montañas cuyas alturas oscilan entre 100 y 400 m, pertenece al período terciario de la era cenozoica, y se caracterizan por la presencia de, arcilla, conglomerados, lavas, tobas, aglomerados andesíticos – basálticos.

El río fluye hacia el noroeste formando un valle de forma asimétrica que exhibe casi 100 m de relieve. Las pendientes relativamente empinadas en el margen derecho están formadas por el cerro Tres Hermanas, mientras que las pendientes en el margen izquierdo tienen una pendiente más gradual. Ambos márgenes están prácticamente cubiertos por suelos coluviales y residuales. Aunque se observaron algunos afloramientos rocosos pequeños y dispersos, un perfil moderado a profundo y una cubierta gruesa del suelo típica del clima subtropical caracterizan la mayor parte del área.

El fondo del valle del río es de aproximadamente 200 m de ancho y está lleno de depósitos de terrazas aluviales, que consisten principalmente en limos y arcillas. El río, tiene unos 20-50 m de ancho en el tramo medio, ha erosionado los bancos empinados hasta 5 m de alto. Las terrazas se ven en ambos lados alrededor de 3 a 4 m sobre la elevación actual del río. La capa de roca está expuesta en partes del lecho del río y a lo largo de las orillas cortadas del margen derecho.

El tramo medio se caracteriza por una topografía ondulada y drenaje dendrítico pronunciado con varios arroyos pequeños. Los afloramientos rocosos son raros y difíciles de localizar. Algunas colinas aisladas se elevan sobre las otras, presumiblemente formadas por rocas más resistentes que las áreas circundantes.

Esta sección de la cuenca se formó durante el terciario indiferenciado, y se caracteriza por montañas cuyas alturas oscilan aproximadamente entre 400 m y 600 msnm.

Montañas medias y bajas originadas durante el terciario indiferenciado, cuyas alturas oscilan entre aproximadamente 200 y 400 msnm, cuyas pendientes varían entre medianas y fuertemente inclinadas instruidas por flujos de andesita y basalto, alféizares y diques. Las unidades volcánicas forman muchas de las colinas empinadas y altas mesetas que son fácilmente aparentes en mapas topográficos y fotografías aéreas. Algunas de las formaciones volcánicas podrían representar unidades más antiguas surgiendo como estratos erosionables. Secuencias volcánicas más recientes se encuentran al sur del área de la cuenca.

También se puede apreciar sedimentación del cuaternario en ambos márgenes (izquierdo y derecho) del río, principalmente en los tramos medio y bajo.

Tramo bajo

Planicies litorales y costeras bajas menores de 20 msnm: La mayor parte de este sector se caracteriza por la presencia de sedimentos y rocas volcánicas del mioceno de la era terciaria.

Esta es la región más reciente de deposición en la que los procesos geomorfológicos han creado, playas, meandros, deltas, planicies costeras aluviales e inundables y algunos manglares, que demuestran procesos activos de erosión / sedimentación en la cuenca, los cuales pueden aumentarse como consecuencia de la deforestación.

Cerros y colinas bajas: En la región se distingue un vasto complejo de cerros y colinas bajas, con elevaciones que oscilan entre aproximadamente 20 y 200 msnm. La mayor parte de estos cerros y colinas se presentan con una topografía muy moldeada, con pendientes poco pronunciadas; se trata de terrenos del terciario inferior - superior e indiferenciado.

En el mapa No. 4 Geomorfología, elaborado a partir del Atlas Ambiental del Ministerio de Ambiente/"IGN" Tommy Guardia, se muestran estructuras geológicas, algunas de ellas cercanas a la zona de la cuenca de río Indio tales como fallas, cráter volcánico, coladas, piroclastos, lahares volcánicos, pitón volcánico.

4.1.4 Suelos

El suelo como elemento natural es el sustrato esencial para el desarrollo de todos los ecosistemas terrestres. Los suelos provienen de un material parental o roca madre, meteorizados por la influencia del clima, la topografía y los macro y microorganismos del suelo, a través del tiempo. Un perfil de suelo típico consiste de horizontes característicos compuestos de materiales sólidos, (arena, limo, arcilla y materia orgánica), aire y agua.

Luego de estructurado en un pedon característico los suelos presentan características propias como textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas que los distinguen de otras unidades edafológicas. (Soil Science Society of America). Para el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas es esencial conocer las características físico – químicas de los suelos que definen su aptitud y capacidad de uso de manera que no se degrade ni en cantidad ni en calidad este recurso ambiental esencial y sus valores ecosistémicos.

4.1.4.1 Características del suelo

A continuación presentamos los resultados obtenidos de las evaluaciones en campo y los análisis realizados en laboratorio de las muestras de suelo en los tres tramos de la cuenca del río Indio. Las evaluaciones realizadas en campo y el análisis de las propiedades físico-químicas de los suelos se resumen en características generales que permiten a futuro hacer una zonificación de los usos de suelos de acuerdo a su capacidad de uso y garantizando el manejo sostenible de la cuenca.

Tramo bajo

En el tramo bajo del río Indio desde su desembocadura y a lo largo de una extensa llanura de inundación del río Indio y sus tributarios principales encontramos suelos aluviales que han sido depositados por sucesivos procesos de sedimentación con muy poco desarrollo pedogénico que corresponden pedológicamente al Orden Entisoles. Estos suelos presentan un horizonte Ócrico homogéneo y profundo que a profundidades variables se encuentra saturado de agua y desarrollan un horizonte Gley de color grisáceo típico correspondiente a procesos anaeróbicos bajo la influencia del nivel freático. Las muestras de El Chilar, El Chilar Gley y Gandona – El Pilón de la tabla 4-2, son representativas de este tipo de suelos. En general los suelos son ácidos y el contenido de materia orgánica es medio.

Foto 4-1. Muestreo de suelos en El Chilar, buscando horizonte Gley UTM: 588153/1012351

Foto 4-2. Aluviales inundables en tramo bajo, UTM: 588879/1011622

Tabla 4-2
Sitios de muestreo de suelos por tramos, cuenca del río Indio

Tramo	Localidad	ID	Coordenadas UTM	Fecha de Muestreo
Alto	Bajo Grande	SS-5B	598212/971699	12/08/2017
	Altos de la Mesa	SS-7	597025/954299	27/10/2017
	Jordanal	SS-8	597317/959061	27/10/2017
	Río Indio Arriba	SS-6	597878/956280	27/10/2017
	Pacorita	SS-5A	598367/971423	12/08/2017
	Río Indio Centro	SS-10	597823/963572	27/10/2017
Medio	Boca de Uracillo	SS-3*	590643/991389	26/08/2017
	El Limón	SS-4A	590856/993886	11/08/2017
	Saliendo de Limón	SS-4B	591839/995980	11/08/2017
Medio	Camino a El Zahino	SS-3*	594657/988285	15/08/2017
	Torno	SS-4C	592150/993387	12/08/2017
	Tres Hermanas	SS-14	595425/984836	12/08/2017
	Tres Hermanas-El Zahino	SS-4C	590943/991389	15/08/2017
Bajo	La Encantada	SS-3B	591839/995980	12/08/2017
	Guásimo	SS-13	587766/1008058	27/10/2017
	El Chilar	SS-3A	588153/1012351	26/08/2017
	Gandona - Pilon	SS-1A	589161/1015998	15/08/2017
	Manglar	SS-1B	589036/1016402	12/08/2017
	El Chilar - Gley	SS-11	588178/1012412	26/08/2017
	Dominical	SS-12	591932/996345	12/08/2017

Nota: *similar nomenclatura pero diferente ubicación
Fuente: URS Holdings, Inc., 2017.

A partir de elevaciones mayores de 10 metros sobre el nivel del mar encontramos suelos Ultisoles e Inceptisoles que se han desarrollado bajo un régimen de precipitación per húmedo y que presentan un Horizonte Argílico de acumulación de arcilla típico de los Ultisoles o un horizonte Cámbico correspondiente a los Inceptisoles. Estos suelos se han derivado tanto de depósitos fluviales como meteorizados a partir de la roca madre y presentan una profundidad de moderada a profunda y de topografía plana a quebrada. Las muestras de La Encantada y El Guácimo de la tabla 4-3 (ver Anexo 2)**,** son representativas de este tipo de suelos que son generalmente ácidos y de baja fertilidad.

En general en el tramo bajo de la cuenca del río Indio los suelos son profundos, con contenido de materia orgánica de medio a bajo y ácidos. Los niveles de fertilidad (Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio y Capacidad de Intercambio de Cationes) son bajos con niveles de mejor fertilidad en los suelos Entisoles aluviales e Inceptisoles que en los Ultisoles.

Los niveles de Zinc van de medios a altos y los valores de conductividad eléctrica, que reflejan la salinidad de los suelos, es mayor en las áreas contiguas a la desembocadura del río Indio hasta Gandona – Pilón y el área de manglar.

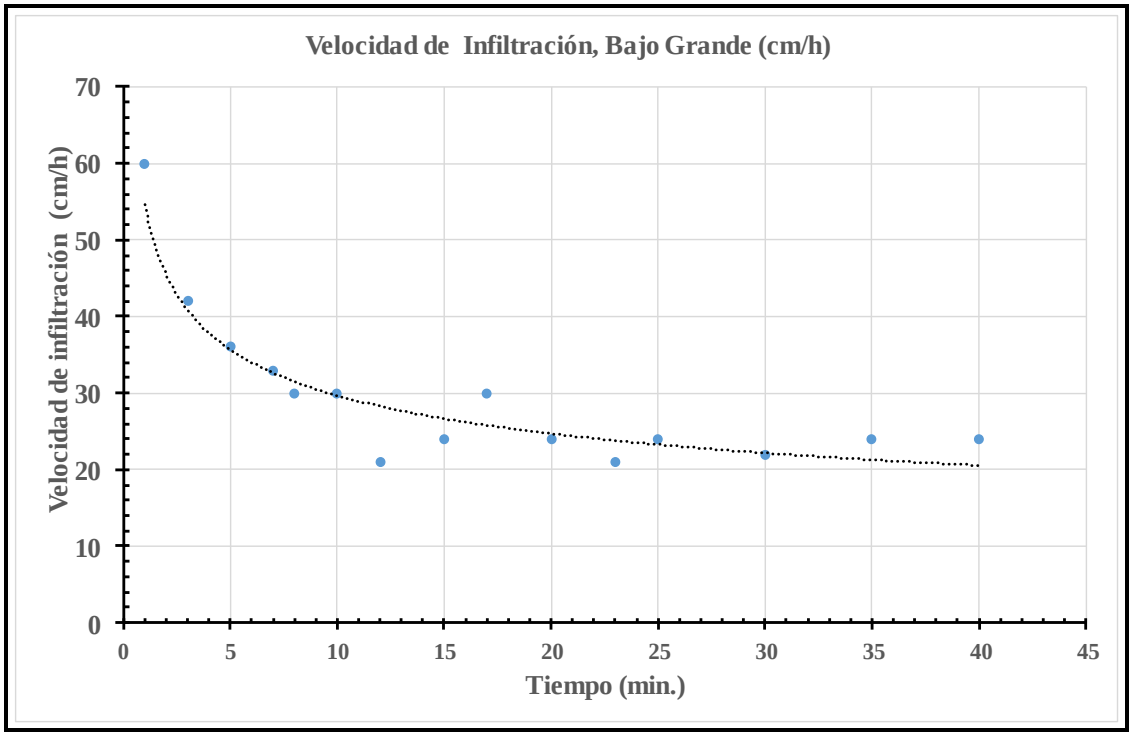
La densidad del suelo se encuentra entre 0.95 gm/cm^3 y 1.11 gm/cm^3, lo que es consecuente con condiciones de suelos naturales que no han sido alterados significativamente. La resistencia a la penetración entre 0.25 y 0.50 kg/cm^2, los más bajos en todos los tramos de la cuenca del río Indio, evidencian suelos en condiciones naturales que no han sido compactados por acción antrópica.

El índice de estabilidad de los agregados del suelo se mantuvo entre valores de 46.5% y 63% lo que se considera agregados de mediana a buena estabilidad resultado de la poca alteración antrópica en el tramo bajo de la cuenca del río Indio. Así mismo el índice de actividad microbiana confirma que los suelos no están contaminados y mantienen en buena condición los procesos biogeoquímicos que se dan naturalmente en el medio suelo – agua – atmósfera.

Se completaron las pruebas de velocidad de infiltración en sitios de muestreo representativos de los suelos de ese sector de la cuenca con doble cilindros infiltrómetros hasta alcanzar la velocidad de infiltración básica. Las pruebas se realizaron entre agosto y octubre con suelos a capacidad de campo o saturados por lo que en un tiempo relativamente corto se llegó al nivel de saturación del suelo y se alcanzó la velocidad de infiltración constante o básica. La velocidad de infiltración de los suelos se presenta para tres sitios del tramo bajo del río Indio gráficas 4-2 a 4-4. Como podemos apreciar en las gráficas la velocidad de infiltración fue disminuyendo exponencialmente con el tiempo de prueba, alcanzando la velocidad de infiltración básica entre 20 cm/h en Bajo Grande, 12 cm/h en Teriá y más de 50 cm/h en El Limón. La alta velocidad de infiltración observada en los suelos de El Limón evidencia la poca alteración que ha sufrido el suelo.

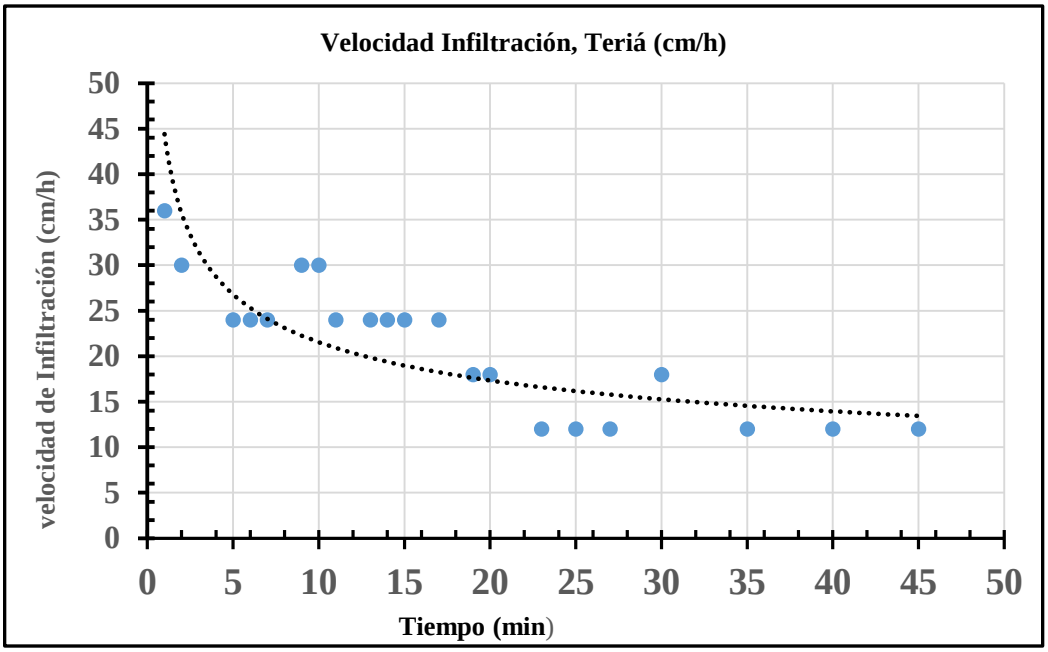
Los valores de retención de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente variaron de acuerdo a la granulometría, contenido de materia orgánica, densidad y estructura del suelo. En la tabla 4-4 se presentan los valores de retención de humedad a capacidad de campo, punto de marchitez permanente y la resultante agua útil, para el tramo bajo en la cuenca del río Indio. Los valores de retención de humedad a capacidad de campo llegan a 44% en suelos arcillosos, mientras que en los más arenosos oscila entre el 19 y el 16 por ciento de humedad. El punto de marchitez permanente fue menos variable manteniéndose ente 19 y 9 por ciento de humedad.

Gráfica 4-2
Velocidad de infiltración del suelo en Bajo Grande



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

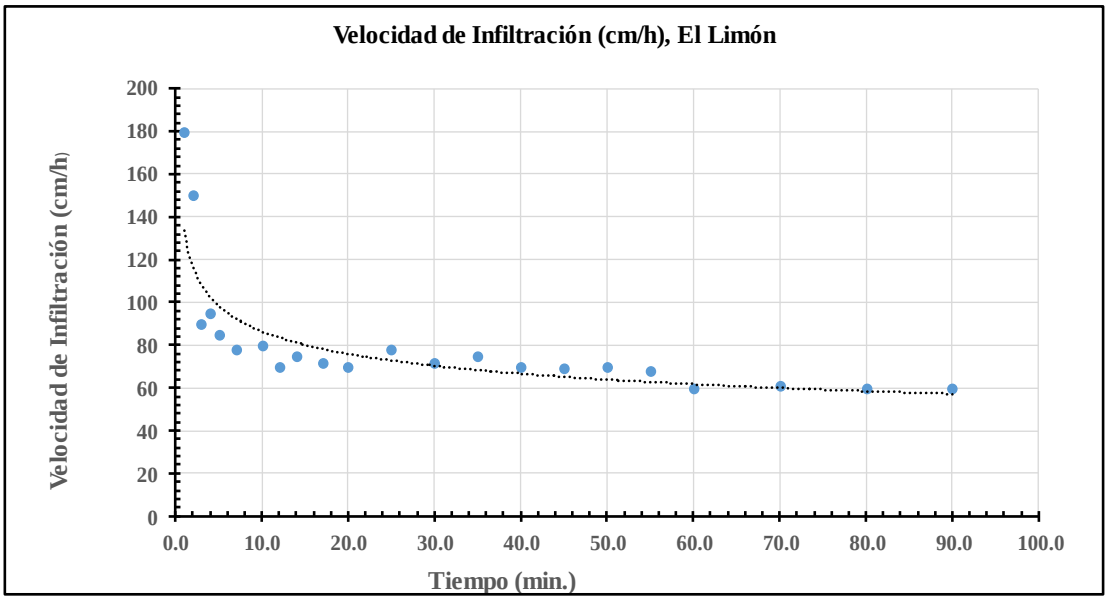
Gráfica 4-3
Velocidad de infiltración del suelo en Teriá



F

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-4
Velocidad de infiltración del suelo en El Limón



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-4
Valores de retención de humedad para los suelos para el tramo bajo del río Indio

Sitio	Textura	CC	PMP	Agua Util
El Chilar	Franco Arcilla Arenosa	0.19	0.09	0.10
La Encantada	Franco Arenosa	0.16	0.08	0.08
Gandona	Franco Arenosa	0.16	0.08	0.08
Dominical C. Baja	Arcilla	0.44	0.19	0.25

CC: Capacidad de Campo, PMP: Punto de Marchitez Permanente
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tramo medio

En el tramo medio del río Indio dominan los suelos Ultisoles ácidos con suelos aluviales en las llanuras fluviales de los ríos: Indio, Uracillo y Teriá. Los suelos del orden ultisoles presentan un horizonte superficial Ócrico y un horizonte de acumulación de arcilla Argílico u óxico de estructura de bloques subanguales o columnar. Estos ultisoles son generalmente ácidos y de fertilidad baja. Las muestras de Tres Hermanas y Torno de la tabla 4-3 (ver Anexo 2) son representativas de este tipo de suelos.

Foto 4-3. Vista de suelos ultisoles en cuenca media del río Indio, mostrando horizonte argílico típico UTM: 590439/991389

En las llanuras fluviales del río Indio se encuentran suelos Entisoles que presentan un horizonte superficial Ócrico con un horizonte subsuperficial Cámbico u Óxico. Estos suelo son de medianamente profundos a profundos y más fértiles que los Ultisoles. Las muestras de Boca de Uracillo y El Limón de la tabla 4-3 (ver Anexo 2) son representativas de los Entisoles del área.

En general en el tramo medio de la cuenca media del río Indio los suelos no están compactados con valores de resistencia a la penetración entre 0.50 kg/cm^2 y 1.25 kg/cm^2. Se ubicó un sitio en Boca de Uracillo donde la ganadería local ha compactado moderadamente los suelos, se registraron valores de entre 1.0 y 1.25 kg/cm^2, por lo que se encuentran medianamente compactados y por consiguiente su velocidad de infiltración resultó mucho más baja que la del resto de los suelos del área.

En general en el tramo medio de la cuenca del río Indio los suelos tienen niveles medios de materia orgánica. Los niveles de fertilidad (nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo, potasio y capacidad de intercambio de cationes) son bajos, con niveles de mejor fertilidad en los suelos Inceptisoles asociados a un horizonte úmbrico/cámbico.

La concentración de zinc en los suelos del tramo medio de la cuenca del río Indio va de medios a altos con valores de conductividad eléctrica bajos, que reflejan una salinidad de los suelos baja.

La densidad del suelo se encuentra entre 1.01 gm/cm^3 y 1.32 gm/cm^3, lo que es consecuente con condiciones de suelos naturales que no han sido alterados significativamente. En el sitio

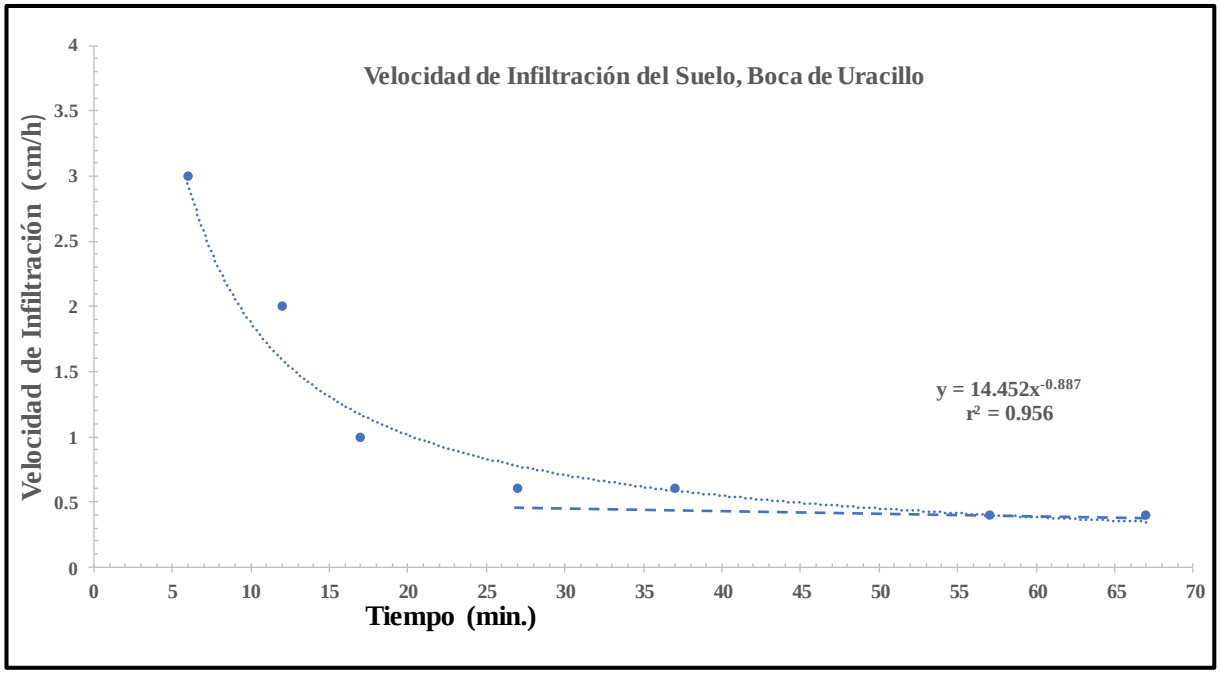
de Boca de uracillo con ganadería se midió la densidad aparente del suelo más alta de 1.32 gm/cm$^{3.}$ El índice de estabilidad de los agregados del suelo se mantuvo entre valores de 41.2% y 58% lo que se consideran agregados de mediana a buena estabilidad.

La actividad de la deshidrogenasa y el índice de actividad microbiana confirman que los suelos mantienen una actividad microbiana saludable por lo que no están contaminados y mantienen en buena condición los procesos biogeoquímicos que se dan naturalmente en el medio suelo – agua – atmósfera.

Las pruebas de velocidad de infiltración se realizaron en sitios de muestreo representativos de los suelos del tramo medio de la cuenca del río Indio con doble cilindros infiltrómetros hasta alcanzar la velocidad de infiltración básica. Las pruebas se realizaron en los meses de agosto a octubre con suelos a casi saturados por lo que en un tiempo relativamente corto se llegó al nivel de saturación del suelo y se alcanzó la velocidad de infiltración básica.

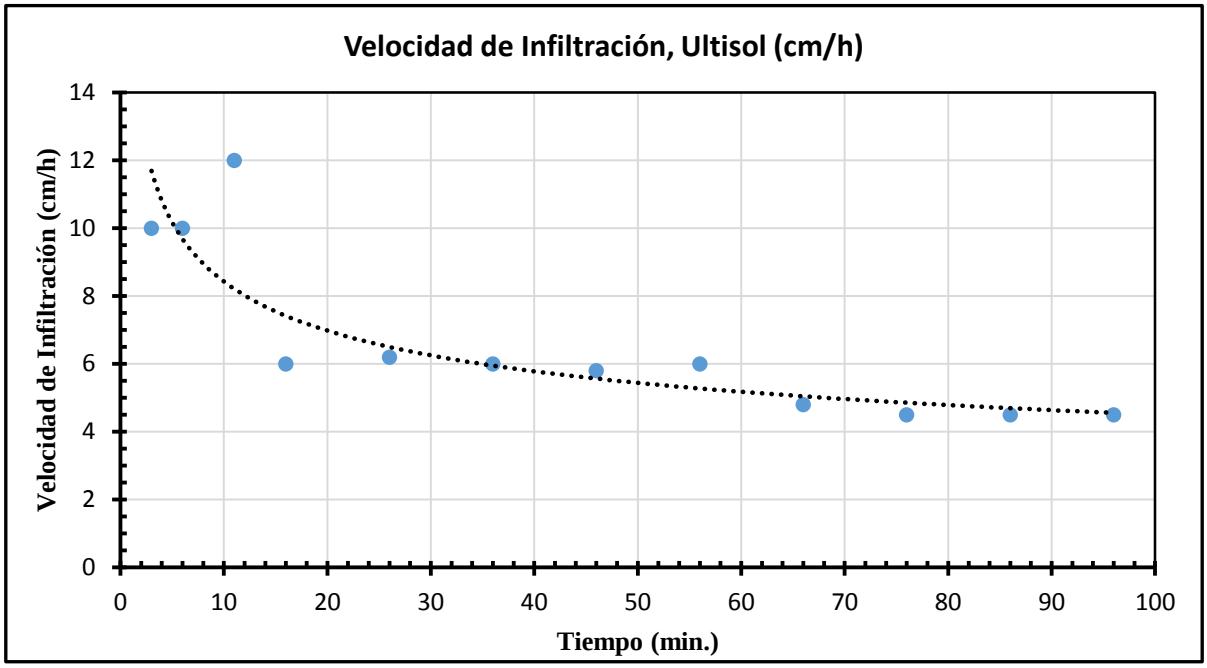
La velocidad de infiltración de los suelos se presenta para tres sitios del tramo medio del río Indio (gráficas 4-5 a 4-7). En general fue disminuyendo exponencialmente con el tiempo de prueba alcanzando la velocidad de infiltración básica entre 5 y 4 cm/h, con la excepción del sitio en Boca de Uracillo que bajo a 0.4 cm/h. La gráfica 4-5 muestra los resultados para los suelos en la Boca de Uracillo donde la velocidad de infiltración en general estuvo baja con una velocidad de infiltración básica de 0.4 cm/h. Esta velocidad de infiltración se encuentra influenciada por el impacto de sobrepastoreo.

Gráfica 4-5
Velocidad de infiltración del suelo en Boca de Uracillo



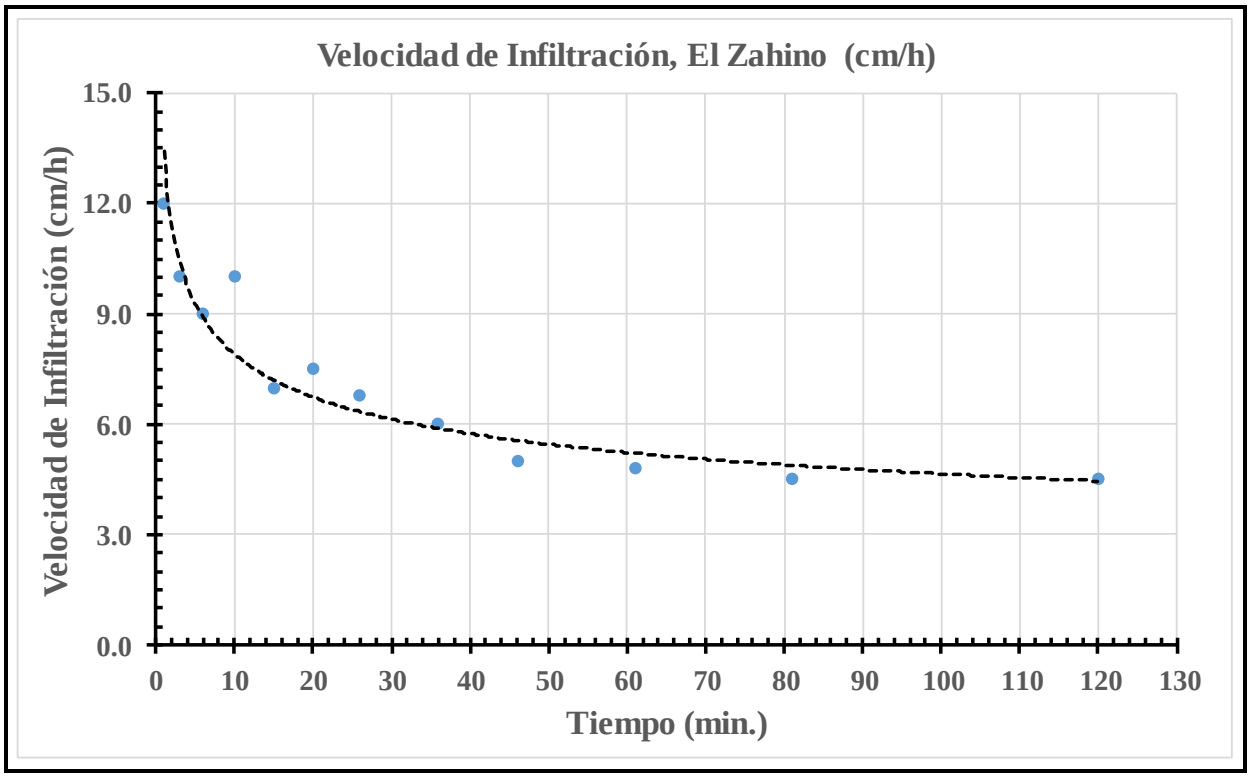
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-6
Velocidad de infiltración del suelo en Ultisol típico



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-7
Velocidad de infiltración del suelo en el Zahino



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Los valores de retención de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente variaron de acuerdo a la granulometría, contenido de materia orgánica, densidad y estructura del suelo. En la tabla 4-5 se presentan los valores de retención de humedad a capacidad de campo, punto de marchitez permanente y la resultante agua útil, para el tramo medio de la cuenca del río Indio.

Los valores de retención de humedad a capacidad de campo llegan a 41% en suelos arcillosos, mientras que en los más arenosos oscila entre el 29 y el 17 por ciento de humedad. El punto de marchitez permanente fue menos variable manteniéndose ente 21 y 8 por ciento de humedad.

Tabla 4-5
Valores de retención de humedad para los suelos del tramo medio del río Indio

Sitio	Textura	CC	PMP	Agua útil
Boca de Uracillo	Franco Arenosa	0.17	0.09	0.08
Limón	Arena	0.29	0.08	0.21
Torno	Arcilla	0.41	0.20	0.21

Sitio	Textura	CC	PMP	Agua útil
Pacorita	Franco Arenosa	0.18	0.09	0.09
Tres Hermanas	Franco Arcilla Arenosa	0.20	0.09	0.11

CC: Capacidad de Campo, PMP: Punto de Marchitez Permanente

Tramo alto

En el tramo alto del río Indio dominan los suelos ultisoles ácidos con pendientes altas. Los suelos del Orden Ultisoles presentan un horizonte superficial ócrico que en muchos casos por las altas pendientes, han sido erosionados. Sobre la superficie del suelo se encuentra un horizonte de acumulación de arcilla argílico u óxico de estructura de bloques subangulares o columnar. Estos Ultisoles son ácidos y de fertilidad baja. Las muestras de río Indio arriba y Jordanal de la tabla 4-3 y 4-4 son representativas de este tipo de suelos.

En pendientes mayores de 25% la erosión hídrica es alta sobre todo en el Cerro San Andrés y cerros alrededor de Río Indio Nacimiento con pendientes mayores del 45% donde se encuentran suelos muy someros y en elevaciones mayores de 900 m.s.n.m., han dejado expuesto roca aflorada en la superficie. Estos suelos se clasifican como Clase VIII en la Capacidad de Uso del suelo (Sección 4.1.4.3).

En general en el tramo alto de la cuenca del río Indio los suelos son poco profundos, con contenido de materia orgánica de medio a bajo y ácidos. Los niveles de fertilidad (Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio y Capacidad de Intercambio de Cationes) son muy bajos con la excepción, de Altos de La Mesa, que son más fértiles. Los niveles de Zinc van de medios a altos.

En Altos de La Mesa se ubica un polígono con suelos más planos y fértiles de toda la cuenca. Estos presentan un horizonte superficial Úmbrico con un horizonte subsuperficial Cámbico del Orden Inceptisol. Estos suelos son medianamente profundos y más fértiles que los Ultisoles (tabla 4-4). Dentro del polígono de Altos de La Mesa se ubicó un área con suelos más pedregosos y poco profundos que para poder ser delimitada necesita de estudios más detallados.

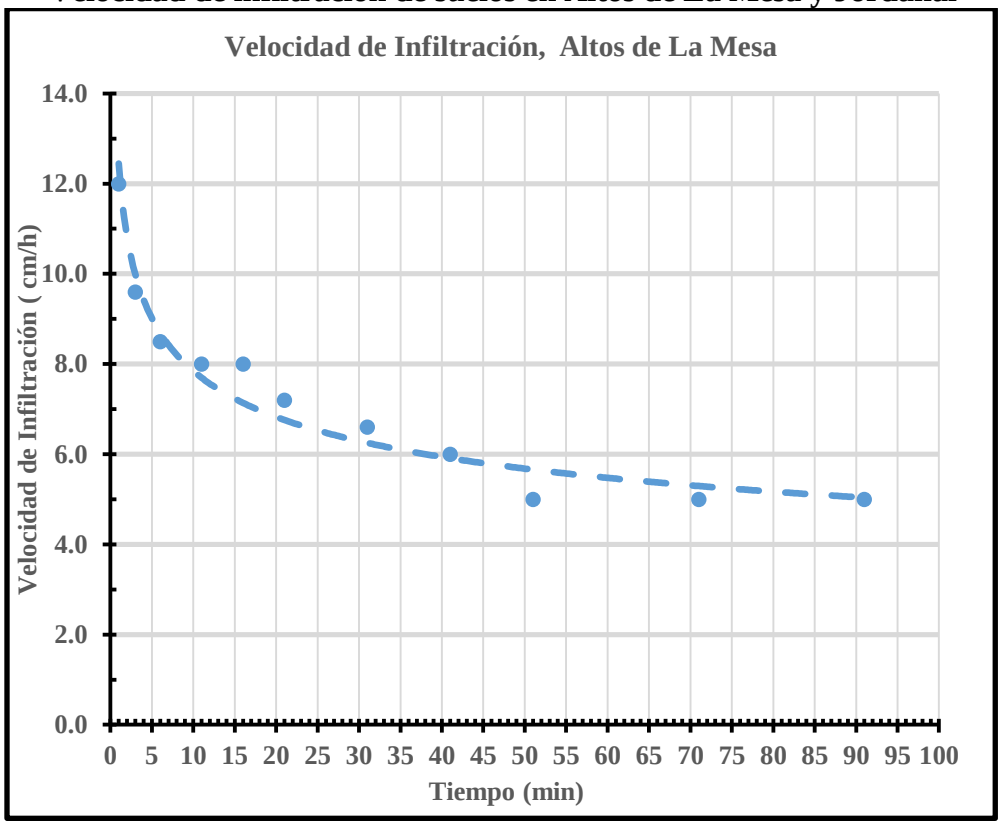
En general en el tramo alto de la cuenca del río Indio los suelos están medianamente compactados con valores de resistencia a la penetración entre 0.75 kg/cm^2 y 1.50 kg/cm^2. La densidad del suelo se encuentra entre 1.20 gm/cm^3 y 1.35 gm/cm^3, lo que es consecuente con condiciones de suelos en pendientes altas expuestas a erosión hídrica. El índice de estabilidad de los agregados del suelo fue el más alto de toda la cuenca se mantuvo entre valores de 50.2% y 61% lo que se consideran agregados de buena estabilidad asociados a concentraciones de aluminio de mediana a alta.

La actividad de la deshidrogenasa y el índice de actividad microbiana confirman que los suelos mantienen una actividad microbiana saludable y no están contaminados.

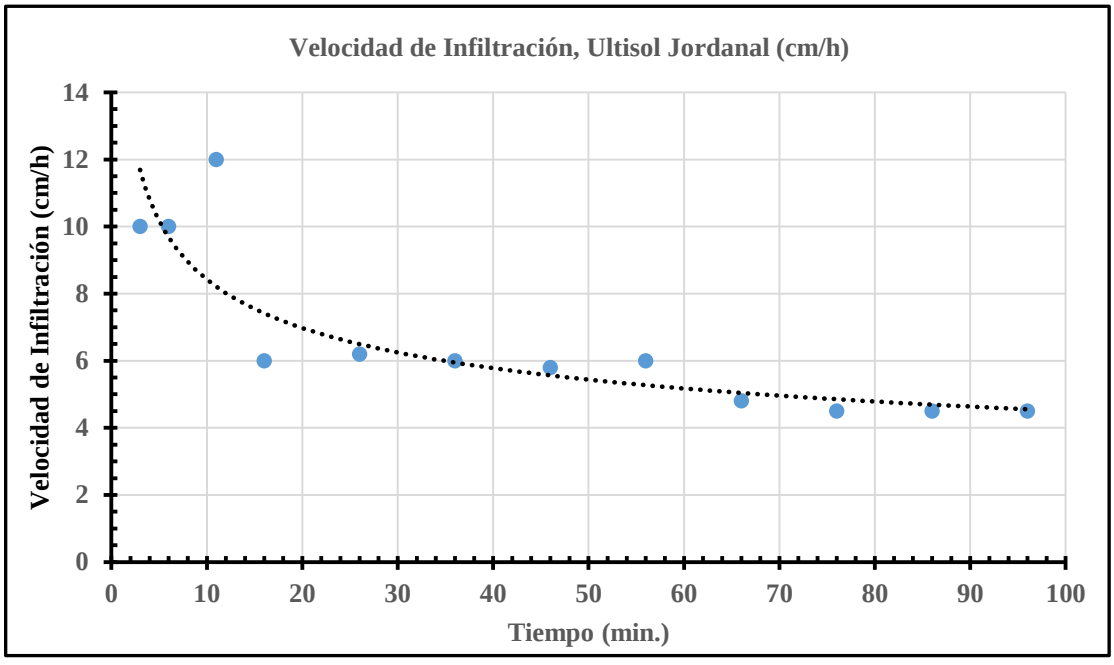
Las pruebas de velocidad de infiltración se realizaron en sitios de muestreo representativos de los suelos del tramo alto de la cuenca del río Indio con doble cilindros infiltrómetros hasta alcanzar la velocidad de infiltración básica. Las pruebas se realizaron en el mes de octubre con suelos casi saturados por lo que en un tiempo relativamente corto se llegó al nivel de saturación del suelo y se alcanzó la velocidad de infiltración básica.

En la gráfica 4-8 se presentan los resultados de la prueba de infiltración realizada en suelos de Altos de La Mesa y Jordanal. En la gráfica podemos observar que los valores de infiltración varían entre 12 y 5cm/h, llegando a una velocidad de infiltración básica de alrededor de 5.0 cm/h.

Gráfica 4-8
Velocidad de infiltración de suelos en Altos de La Mesa y Jordanal



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Los valores de retención de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente variaron de acuerdo a la granulometría, contenido de materia orgánica, densidad y estructura del suelo. En la tabla 4-6 se muestran los valores de retención de humedad a capacidad de campo, punto de marchitez permanente y la resultante agua útil, para el tramo alto de la cuenca del río Indio.

Los valores de retención de humedad a capacidad de campo están entre 24% en suelos arcillosos, mientras que en los suelos de Altos de La Mesa, más arenosos oscila entre el 14 por ciento de humedad. El punto de marchitez permanente fue menos variable manteniéndose ente 11 y 8 por ciento de humedad.

Tabla 4-6
Valores de retención de humedad para los suelos del tramo alto del río Indio

Sitio	Textura	CC	PMP	Agua útil
Altos de La Mesa Úmbrico/Cámbico	Arena Franca	0.14	0.08	0.06
Jordanal	Franco Arcilla Arenosa	0.23	0.11	0.12
Río Indio Nacimiento	Franco Arenosa			0.00
Río Indio Centro	Franca	0.24	0.11	0.13
Río Indio Medio	Franca	0.24	0.11	0.13

CC: Capacidad de Campo, PMP: Punto de Marchitez Permanente
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

4.1.4.2 Descripción del uso de suelo

El uso actual del suelo se determinó sobre la base de la cobertura del suelo actual (2017), por medio de imágenes satelitales, de la plataforma alemana Planet Scope 4 e imágenes World View y Pleiades suministradas por la ACP, ajustada con visitas de campo realizadas en los tres tramos de la cuenca del río Indio.

Adicionalmente, se contó con información adicional de referencia, con los mapas de cobertura boscosa y uso del suelo elaborados en el 2000 y 2008 por ANAM (hoy, MiAMBIENTE) como guía para la determinación y selección de las categorías de cobertura boscosa y uso del suelo generadas. Además de los insumos mencionados, se hizo uso de fotografías y videos tomados durante las giras de campo con un drone marca DJI, modelo Phantom 4.

A continuación se presenta el listado de las categorías utilizadas para la caracterización de la cobertura vegetal y uso de suelo y sus respectivas definiciones:
1. (BM) Bosque Maduro, código 1
2. (BSM) Bosque Secundario Maduro, código 2
3. (M) Mangle, código 3
4. (BI) Bosque Intervenido, código 9
5. (VAR) Vegetación Arbustiva o Rastrojo, código 11

6. (UAE) Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia, código 12
7. (UAI) Uso Agropecuario Intensivo, código 13
8. (P) Poblados, código 14
9. (A) Agua, código 15

La definición de las categorías se basa principalmente en los criterios y definiciones establecidos por ANAM (hoy, MiAMBIENTE) en sus mapas de cobertura boscosa y uso del suelo elaborados en el 2000 y 2008.

- La categoría de **Bosque Maduro**, corresponde a las formaciones forestales naturales con una textura gruesa y rugosa, con poca a muy poca intervención antropogénica con más de 60 años de edad y una cobertura de copa mayor al 60 %.
- La categoría de **Bosque Secundario Maduro** son todas las formaciones forestales naturales con una textura gruesa y rugosa en las imágenes de satélite, con intervención antropogénica moderada, cubierta por vegetación arbórea con más de 20 años de edad y una cobertura de copa mayor de un 60 %.
- La categoría de **Mangle** representa una pequeña franja de bosques de mangle ubicada entre el poblado de Boca de Río Indio e Icacal.
- La categoría de **Bosque Intervenido** son todas las formaciones forestales naturales con una textura predominantemente lisa en las imágenes de satélite, con indicios evidentes de intervención antropogénica, cubierta por vegetación arbórea con menos de 20 años de edad y una cobertura de copa menor de un 60 %, ubicadas regularmente en los alrededores de las áreas de producción agropecuaria.
- La categoría de **Vegetación Arbustiva y rastrojo** son todas las formaciones vegetales arbustivas en sucesión natural intermedia a avanzada, producto de una evidente y significativa intervención antropogénica. En esta categoría se incluyen tanto las áreas de producción agropecuaria en descanso (barbecho), como las áreas abandonadas para la recuperación forestal.
- La categoría de **Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia** corresponde a áreas de producción agropecuaria utilizadas por la población local principalmente para su sustento familiar, donde además de la actividad productiva se observan remanentes de vegetación arbustiva.
- La categoría de **Uso Agropecuario Intensivo** corresponde a áreas de producción agropecuaria utilizadas por la población local principalmente para la producción agropecuaria comercial.
- La categoría de **Poblados** identifica áreas cubiertas por poblaciones o por caseríos aislados en el paisaje visible en las imágenes utilizadas.
- La categoría de **Agua** identifica cuerpos de agua permanente, existente en el área de estudio, tales como el cauce del río Indio y sus afluentes principales.

Con el análisis de las imágenes se obtuvo para la cuenca de río Indio la distribución total de cobertura de bosque y uso de suelo para el año 2017 indicada en la tabla 4-7, las mismas se presenta en hectáreas y porcentaje. La tabla 4-7 también presenta los resultados de la cobertura boscosa y el uso del suelo, según tramo.

Tabla 4-7
Cobertura boscosa y uso del suelo 2017- total y por tramo, cuenca de río Indio

TOTAL		
CATEGORIAS	**Ha**	%
Agua	496.76	0.86
Bosque Intervenido	19,518.03	33.66
Bosque Maduro	8,569.56	14.78
Bosque Secundario Maduro	6,582.87	11.35
Mangle	6.40	0.01
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	5,411.30	9.33
Poblados	652.96	1.13
Uso Agropecuario Extensivo	7,136.40	12.31
Uso Agropecuario Intensivo	9,605.23	16.57
	57,979.50	**100.00**

TRAMO ALTO		
CATEGORIAS	**Ha**	**%**
Agua	133.98	0.60
Bosque Intervenido	6,412.95	28.63
Bosque Maduro	7,354.87	32.83
Bosque Secundario Maduro	2,156.16	9.63
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	2,162.37	9.65
Poblados	270.48	1.21
Uso Agropecuario Extensivo	1,983.71	8.86
Uso Agropecuario Intensivo	1,926.07	8.60
	22,400.60	**100.00**
TRAMO MEDIO		
CATEGORIAS	**Ha**	**%**
Agua	211.46	1.29
Bosque Intervenido	6,024.24	36.69
Bosque Maduro	183.60	1.12
Bosque Secundario Maduro	2,436.83	14.84
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	1,822.76	11.10
Poblados	180.73	1.10
Uso Agropecuario Extensivo	2,484.36	15.13
Uso Agropecuario Intensivo	3,073.81	18.72
	16,417.80	**100.00**
TRAMO BAJO		
CATEGORIAS	**Ha**	**%**
Agua	151.31	0.79
Bosque Intervenido	7,080.84	36.95
Bosque Maduro	1,031.08	5.38

Bosque Secundario Maduro	1,989.89	10.39
Mangle	6.40	0.03
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	1,426.16	7.44
Poblados	201.74	1.05
Uso Agropecuario Extensivo	2,668.33	13.93
Uso Agropecuario Intensivo	4,605.35	24.03
	19,161.10	**100.00**

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

De las 9 categorías identificadas, 4 corresponden a categorías de bosque propiamente dicho (Bosque Maduro, Bosque Secundario Maduro, Mangle, Bosque Intervenido). De las restantes categorías, cuatro están de una u otra forma relacionadas con los procesos productivos y de comunicación que se dan en el área de estudio (Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia, Uso Agropecuario Intensivo, Poblados y Agua), incluyendo la categoría "agua", la cual representa el cauce del río Indio, el cual es utilizado por la población local, no solo para el suministro de agua para todas las necesidades básicas y productivas, sino también como vía de comunicación.

Tenemos una categoría especial "Vegetación arbustiva y rastrojo", la cual es un hibrido entre las macro-categorías de bosque y no-bosque, ya que, dentro de ella se han identificado áreas con vegetación arbustiva, producto de un proceso de sucesión natural, así como áreas recientemente abandonadas por la producción agropecuaria con una vegetación arbustiva similar a la anteriormente descrita en este párrafo. Por su tendencia y estructura vegetal esta categoría es considerada más afín con la macro-categoría de Bosque.

A continuación se hace un análisis por tramo de la cuenca de río Indio considerando las diferentes categorías identificadas en cada una de ellas.

El tramo alto de la cuenca del río Indio es la más conservada por su cobertura boscosa. El uso del suelo de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido ocupan un 71.09% de la superficie del tramo alto, ver foto 4-4. Unas 3,909.78 hectáreas, se dedican a la actividad agropecuaria que representan el 17.45% de la superficie del tramo alto. La mayor superficie está dedicada a la ganadería extensiva y el resto en agricultura de subsistencia con la excepción de Altos de La Mesa, donde se mantiene agricultura comercial y explotaciones avícolas comerciales.

Foto 4-4. Vista tramo alto

En el tramo medio de la cuenca del río Indio el uso de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido ocupan 52.65% de la superficie. Unas 5,558.78 hectáreas, se dedican a la actividad agropecuaria que representan el 33.86% de la superficie.

La mayor superficie está dedicada a la ganadería extensiva y el resto a agricultura de subsistencia, ver foto 4-5.

Foto 4-5. Vista tramo medio

En el tramo bajo de la cuenca del río Indio el uso de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido y una pequeña zona costera de manglar ocupan 52.75% de la superficie. Unas 7,273.69 hectáreas se dedican a la actividad agropecuaria que representan el 37.96% de la superficie constituyéndose en el tramo con mayor actividad antrópica en la actualidad. La mayor superficie está dedicada a la ganadería extensiva (Ver foto 4-6) y el resto a agricultura de susbsistencia.

Foto 4-6. Vista tramo bajo

Al realizar un análisis comparativo por tramo de la cuenca de río Indio, considerando los valores brutos de cobertura de cada una de las principales categorías consideradas, iniciando en el tramo alto, pasando por el medio y concluyendo en el tramo bajo, se obtienen las siguientes consideraciones.

La categoría de **Bosque Maduro** se ubica en un 33 % (7,354 hectáreas) del total de las áreas identificadas en esta categoría en el tramo alto de la cuenca, mientras que en los tramos medio y bajo tenemos una superficie significativamente inferior (172 y 1,031 hectáreas) respectivamente.

Las categorías de **Bosque Intervenido (BI) y Bosque Secundario Maduro (BSM)** se distribuyen de una forma bastante balanceada (6,412, 6,026 y 7,080 en el caso de BI y 2,156, 2,444 y 1,989 en el caso de BSM) a lo largo de los tres tramos de la cuenca (alto, medio y bajo).

En relación a la categoría de Vegetación Arbustiva y Rastrojo (VAR) encontramos un comportamiento diferente a las anteriores, ya que la tendencia del tramo alto hacia el bajo es decreciente (2,162, 1,822 y 1,426). Por su parte, la categoría de Uso Agropecuario extensivo o de Subsistencia (UAE) muestra una tendencia creciente (1,983, 2,484 y 2,668) y la categoría de Uso Agropecuario intensivo (UAI) muestra también una tendencia creciente (1,926, 3,074 y 4,605).

El análisis de estas dos últimas categorías nos indica que el desarrollo agropecuario de la cuenca se da en el tramo medio y bajo, mientras que en el tramo alto este desarrollo es más limitado, fenómeno que coincide con las superficies mayores de Bosque maduro y Vegetación Arbustiva y rastrojo en la parte alta de la cuenca.

Haciendo un análisis comparativo, tomando en consideración la división político-adminsitrativa podemos concluir que más del 80 % de los bosques de la cuenca de río Indio se encuentran dentro del distrito de Capira en la provincia de Panamá.

En relación a las áreas de producción agropecuaria encontramos más del 70 % de las mismas en los distritos de Penonomé y Donoso de la provincia de Coclé y en el distrito de Chagres de la provincia de Colón.

4.1.4.3 Capacidad de uso y aptitud

Luego de evaluar los diferentes parámetros que definen la capacidad de uso de los suelos como son: pendiente, erosión sufrida, profundidad efectiva, inundabilidad, pedregosidad, drenaje, textura, fertilidad, salinidad/toxicidad, periodo seco y vientos; se procedió a definir las clases de capacidad de uso de los suelos en la cuenca del río Indio.

La aptitud de uso de los suelos se estableció a partir de la capacidad de uso máximo según el método del Centro Científico Tropical que generará un Mapa de Capacidad de uso con polígonos de áreas homogéneas utilizando el Sistema de Información Geográfica "SIG".

Tramo bajo

En la tabla 4-8 se presentan las superficies y porcentajes de los diferentes categorías de uso de suelos que se encuentran en el tramo bajo de la cuenca del río Indio desde su desembocadura al mar.

Tabla 4-8
Capacidad de uso de suelos, tramo bajo

Clase	Superficie (Ha)	(%)
III	2,274.20	11.90
IV	3,135.80	16.40
V	40.60	0.20
VI	8,000.10	41.80
VII	5,710.30	29.80
	19,161.10	**100.00**

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

En el tramo bajo de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de Clase VI y VII que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural ocupan un 71.6% del tramo bajo. Los suelos de vocación agrícola que corresponden a las Clases III y

IV suman 5,410 hectáreas que representan un 28.2% de la superficie. Al contrastar los usos actuales del suelo con su capacidad podemos observar que existen conflictos de uso de suelos asociados a actividades ganaderas en suelos de vocación forestal. Esta condición es similar a la observada en la mayoría de las cuencas hidrográficas del país.

Tramo Medio

En el tramo medio de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de Clase VII y VI que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural. Los suelos de vocación agrícola que corresponden a las Clases III y IV suman 2,078.90 hectáreas que representan un 12.66% de la superficie. Al contrastar los usos actuales del suelo con su capacidad podemos observar que existen conflictos de uso de suelos asociados a actividades ganaderas en suelos de vocación forestal. Esta condición es similar a la observada en la cuenca del canal de Panamá.

Tabla 4-9
Capacidad de uso de los suelos en el tramo medio, cuenca del río Indio

Clase	hectáreas	%
III	1,266.90	7.70
IV	812.00	4.90
VI	5,425.10	33.00
VII	8,913.80	54.30
	16,417.80	**100.00**

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tramo Alto

En la tabla 4-10 se presentan las superficies y porcentajes de las diferentes categorías de uso de suelos que se encuentran en el tramo alto desde el tramo medio de la cuenca hasta el nacimiento del río Indio.

Tabla 4-10
Capacidad de uso de los suelos en el tramo alto, cuenca del río Indio

Clase	hectáreas	%
III	172.90	0.80
IV	192.60	0.90
VI	4,744.30	21.20
VII	17,169.30	76.60
VIII	121.50	0.50
	22,400.60	**100.00**

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

En el tramo alto de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de clase VII y VI que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural. En el tramo alto de la cuenca del río Indio existen dos áreas de suelos Clase VIII ubicadas en el cerro San

Andrés y al sur del Cerro San Andrés con elevaciones de más de 900 y hasta 1,060 m.s.n.m., de altas pendientes donde existe roca aflorada por lo que la capacidad de uso de los mismos es solo de protección del bosque natural.

Los suelos de vocación agrícola que corresponden a las Clases III y IV suman 365.5 hectáreas que representan un 1.63% de la superficie y corresponden principalmente al sitio de Altos de La Mesa. Al contrastar los usos actuales del suelo con su capacidad podemos observar que existen conflictos de uso de suelos asociados a actividades ganaderas en suelos de vocación forestal. Esta condición es similar a la observada en la cuenca del canal de Panamá.

4.1.5 Clima y zonas de vida

4.1.5.1 Clima

La cuenca de río Indio se encuentra en una zona tropical en donde el clima no es árido y cuyas temperaturas medias son superiores a los 18 °C y no se producen heladas, es decir, las temperaturas del aire, nunca descienden por debajo de los 0 °C.

Un problema identificado en esta cuenca es la deficiente información meteorológica la cual se espera se solucione con las estaciones hidrometeorológicas de Boca de Uracillo, Tres Hermanas y El Silencio, recientemente rehabilitadas de bajo el Acuerdo de Cooperación ETESA y ACP, además de la que se tiene planificado rehabilitar en la comunidad de Río Indio Los Chorros.

Los registros de la cuenca de río Indio solo tienen información de precipitación de una estación pluviométrica (Indio Los Chorros) y datos meteorológicos para una estación meteorológica (la cual además de la precipitación mide otros parámetros) en Las Marías y ésta tan solo cuenta con un registro de un año y meses. No es recomendable generar datos meteorológicos a una estación con tan solo un año de registro.

El clima es la estadística del tiempo atmosférico, normalmente sobre un intervalo de 30 años. Se mide al evaluar los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación, cuenta de partícula atmosférica y otras variables meteorológicas en una región dada sobre periodos largos de tiempo (Baede, 2015).

Se evaluó la consistencia de los datos de precipitación mediante la implementación de las dobles masas acumuladas con los datos anuales de precipitación, de las estaciones que aparecen en la tabla 4-11 para identificar anomalías que se hayan podido presentar en el registro de los datos y se realizaron las correcciones en los datos.

De igual forma se utilizaron las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante la extensión de análisis geoestadístico, para representar la variación espacial de los datos y se realizaron correlaciones con otros factores geomorfológicos para la estimación de variables meteorológicas como la temperatura y precipitación, para la clasificación climática.

Se utilizaron las ecuaciones altotérmicas[3] para la estimar la variación espacial de la temperatura dentro de la cuenca de río Indio en función del modelo digital suministrado por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), el cual abarca tanto la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá como la cuenca del río Indio, y cuya resolución espacial es de diez (10) metros.

De acuerdo a la Clasificación de McKay la cuenca del río Indio tiene dos zonas climáticas:

1. Clima tropical oceánico con estación seca corta

Este clima también se presenta en las tierras bajas de la provincia de Colón, pero con mayor pluviosidad anual y una corta, poco acentuada estación seca. Las temperaturas medias anuales son de 26.5 °C en las costas y de 25.5 °C hacia el interior del continente. Las precipitaciones son abundantes, se presentan alrededor de 4,760 mm en Coclé del Norte. Este clima posee una estación seca corta de cuatro a diez semanas de duración, con precipitaciones entre 40 y 90 mm entre febrero y marzo.

2. Clima subtropical con estación seca

Se presenta como el clima de mayor extensión en Panamá. Es cálido, con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (< 20 msnm), en tanto que para las tierras altas (aprox. 1,000 m) la temperatura puede llegar a 20°C. Se encuentra en las tierras bajas y montañosas hasta 1,000 metros de altura en la vertiente del Pacífico en Chiriquí, Veraguas, en sectores montañosos de Azuero y Coclé y en las montañas de Panamá, San Blas y Darién. Los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm, alcanza los 3,519 en Remedios. El clima es de estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración. En el Mapa 7 se presenta la clasificación del clima según Mckay para la cuenca del río Indio.

En el Apéndice A en el anexo 4, se presentan los registros de precipitación y temperatura utilizados para la clasificación climática de la cuenca del río Indio.

Análisis de Información Meteorológica

Datos climáticos Las Marías

Para el análisis de datos climáticos se realizó una recopilación de información climática en función de estaciones ubicadas dentro y fuera de la cuenca del río Indio, para poder completar los datos para el período 1987-2016 y así tener una idea del comportamiento climático a lo largo de la cuenca del río Indio.

A pesar que no es recomendable generar series de tiempo de parámetros meteorológicos cuando se cuenta con tan solo un año de datos. Sin embargo, con el objetivo de tener una referencia como línea base ambiental de la cuenca de río Indio con una serie de datos para el periodo 1987-2016, se generó una serie de tiempo de datos meteorológicos a la estación Las

[3] Ecuaciones elaboradas por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), para estimación de la temperatura media mensual.

Marías para este periodo. Para lograr la serie de datos de la estación Las Marías se tomó como base la estación de Gamboa. Ambas estaciones tienen un clima similar y se encuentran casi a la misma latitud (Gamboa: 09°06´44”N, Las Marías: 08°53´45”). Estos datos de Las Marías se generaron tan solo para cumplir con los términos de referencia de la línea base ambiental de la cuenca de río Indio.

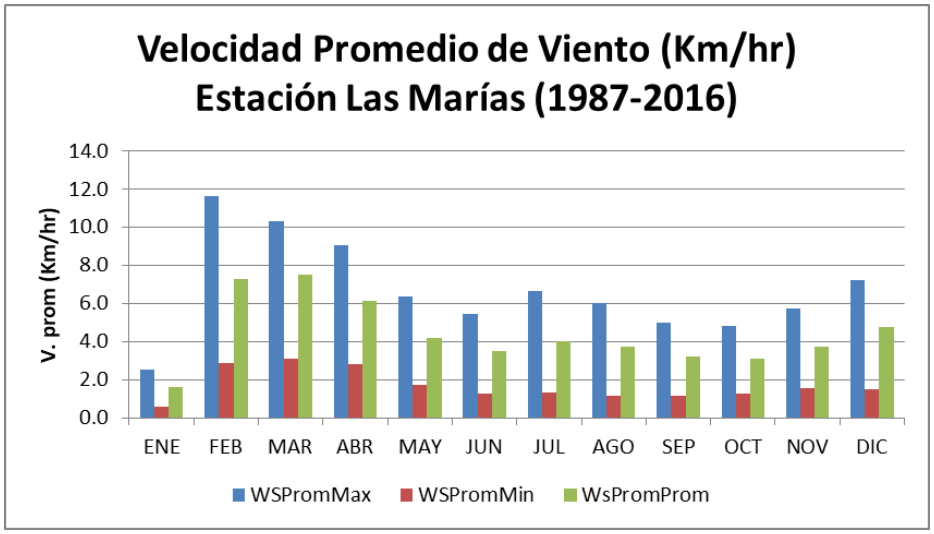
Para generar los datos meteorológicos de Las Marías, primero se calculó la relación entre cada uno de los parámetros coincidentes en ambas estaciones para el año de 2006, único año completo de datos en Las Marías, lo que dio como resultado un factor de proporcionalidad mensual entre las estaciones. Luego se aplicó este factor a cada uno de los meses de la serie de Gamboa.

Ejemplo para el mes de Enero de 2010:
Factor de relación = (Dato de Las Marías Enero 2010)/(Dato de Gamboa Enero 2010)
Luego:

Las Marías Enero 2010 = (Dato de Gamboa Enero 2010) * (Factor de relación)
De esta forma para cada mes de cada año para el periodo 1987-2005, 2007-2016. El Apéndice B en el anexo 4 muestra los datos de Gamboa y los datos generados para Las Marías al igual que los factores de relación. En algunos años se rellenó la serie de Gamboa ya que algunos datos no estaban actualizados en la serie entregada por la ACP.

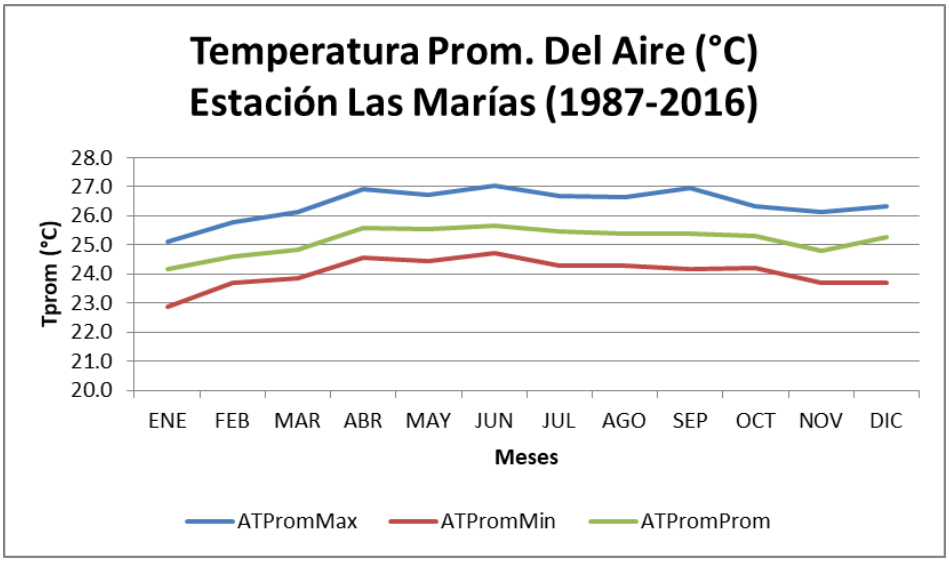
Del Apéndice B en el anexo 4 se ve que para el periodo 1987-2016 la velocidad promedio de viento es de 6.7 Km/hr y los máximos se dan durante los meses de la temporada seca (febrero, marzo y abril) con los vientos menos fuertes durante los meses de septiembre y octubre a excepción de enero que registra poco viento. Desde las gráficas 4-9 a 4-14 se presentan los gráficos del comportamiento de las diferentes variables climáticas estimadas para la estación Las Marías en la cuenca del río Indio.

Gráfica 4-9
Velocidad promedio del viento en Las Marías (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

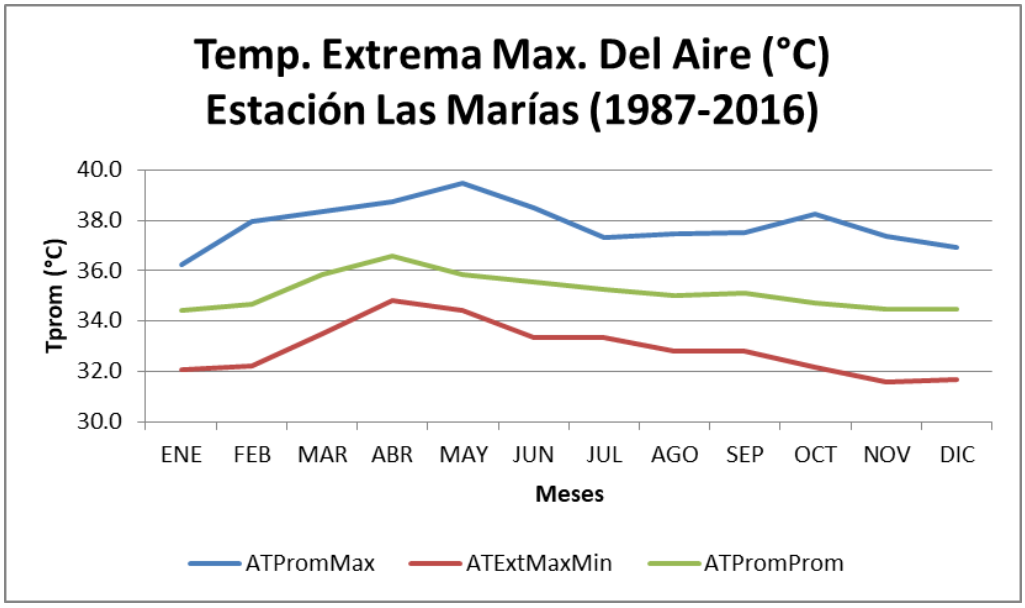
Gráfica 4-10
Temperatura Promedio del Aire en Las Marías (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La temperatura media anual en Las Marías es de 26.4 °C comportándose bastante uniforme todo el año con un pequeño descenso en enero y noviembre.

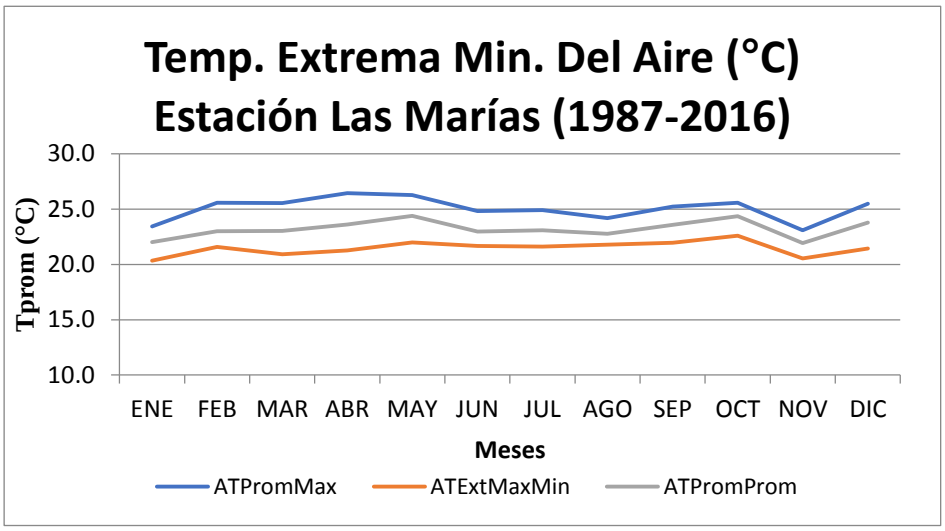
Gráfica 4-11
Temperatura media máxima absoluta del aire en Las Marías (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La temperatura media anual de las máximas es de 39.5 °C y de la gráfica 4-11 se nota que la temperatura máxima absoluta tiene un comportamiento bimodal con dos picos al año, uno en mayo y otro en octubre.

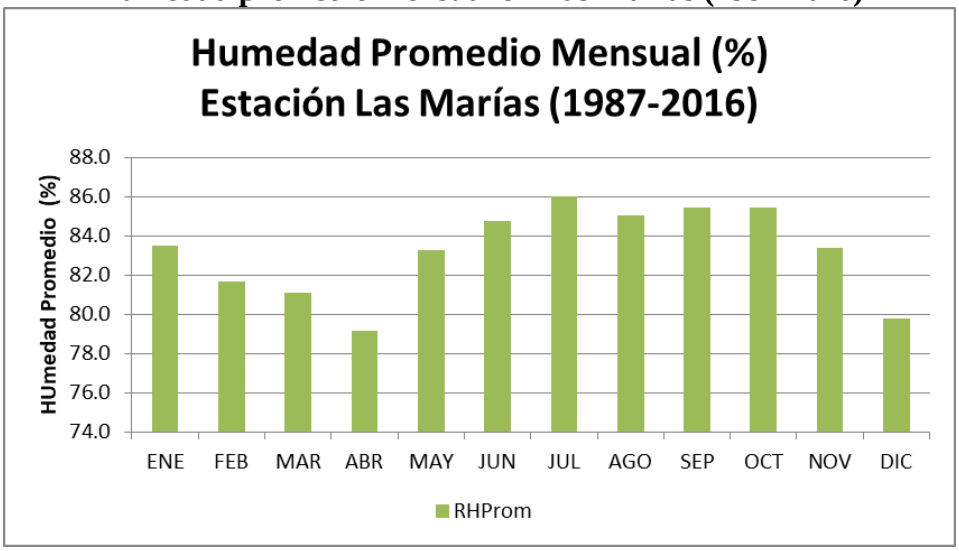
Gráfica 4-12
Temperatura media mínima absoluta del aire en Las Marías (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La temperatura extrema anual del aire en Las Marías es de 25.5 °C y su comportamiento es bastante uniforme a través de todo el año.

Gráfica 4-13
Humedad promedio mensual en Las Marías (1987-2016)

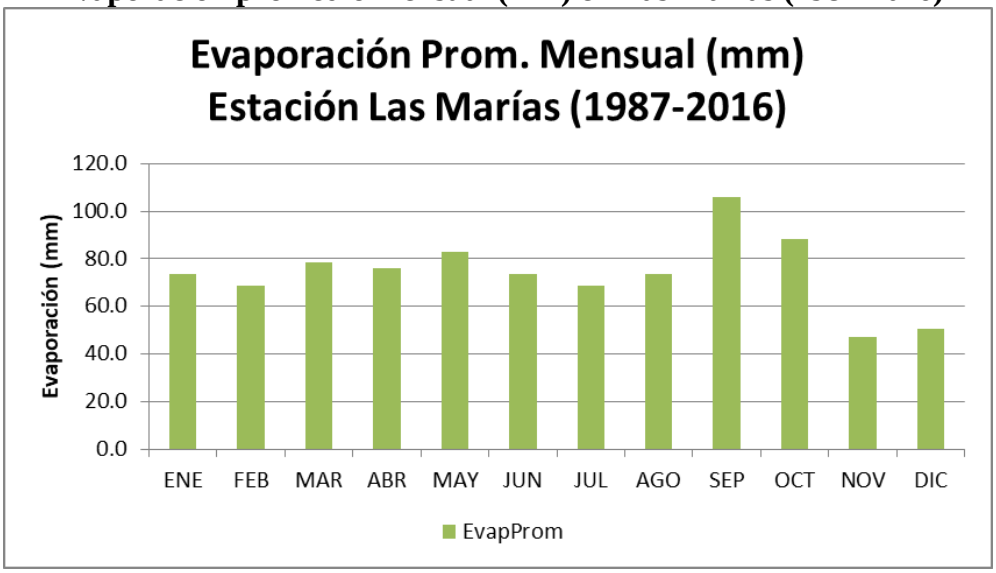


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

El comportamiento de la humedad refleja la respuesta de este parámetro al cambio de la temporada seca a la lluviosa con la humedad promedio mensual disminuyendo desde enero

hasta abril y comenzado a aumentar en mayo con el inicio de la temporada lluviosa. Lo curioso es que el máximo en la humedad promedio se da en julio.

Gráfica 4-14
Evaporación promedio mensual (mm) en Las Marías (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La evaporación promedio mensual se comporta de manera uniforme todo el año, lo extraño es que los máximos se dan en septiembre y octubre. Por lo general en las cuencas de la vertiente Pacífico panameño los valores máximos de evaporación se registran durante el mes de marzo. De allí la importancia que tiene la rehabilitación de 3 estaciones hidrometereológicas que actualmente se avanzaron y que a futuro se puedan ampliar los parámetros meteorológicos complementarios en la cuenca de río Indio, lo cual permitirá mejorar datos hidrometeorológicos.

Condiciones climáticas de la cuenca cerca a la desembocadura del río Indio en el Mar Caribe

En la zona cerca a la costa caribeña de la cuenca de río Indio, los vientos predominantes durante el año son del noreste y norte con algo de vientos con componente sur pero, a un menor grado, como se aprecia por la rosa de los vientos de la estación de Limón Bay, suministrada por la ACP, en el Anexo 4.1. Durante la temporada lluviosa el viento es más variable soplando predominantemente del sur, sureste y algo del noreste mientras que la temporada seca está marcada por los vientos alisios, soplando del noreste y norte.

De acuerdo a la estación de Limón Bay, que es representativa del tramo bajo de la cuenca de río Indio cercana a la costa, la temperatura media anual varía entre los 26 y 27 °C. De acuerdo al cálculo de la temperatura por medio de las ecuaciones altotérmicas desarrolladas por el IRHE (Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación), la temperatura del tramo medio de la cuenca está alrededor de los 25 °C y entre los 16 y 23 °C en su tramo alto.

La temperatura máxima ronda los 33 °C en la parte baja de la cuenca y en Limón Bay la temperatura máxima absoluta del registro (33.4 °C) se dio en mayo del año 2008. Debido al gradiente de temperatura del aire con altura, las temperaturas máximas deben descender a medida que se avanza hacia los tramos medio y alto de la cuenca.

Precipitación

Para el análisis de la precipitación de la cuenca del río Indio, se utilizaron como referencia los datos de estaciones meteorológicas y pluviométricas que han sido operadas por ETESA y la ACP, cuyos registros históricos son variables, por lo que se implementarán métodos estadísticos que permitan conocer el comportamiento de la lluvia mensual durante el período (1987-2016).

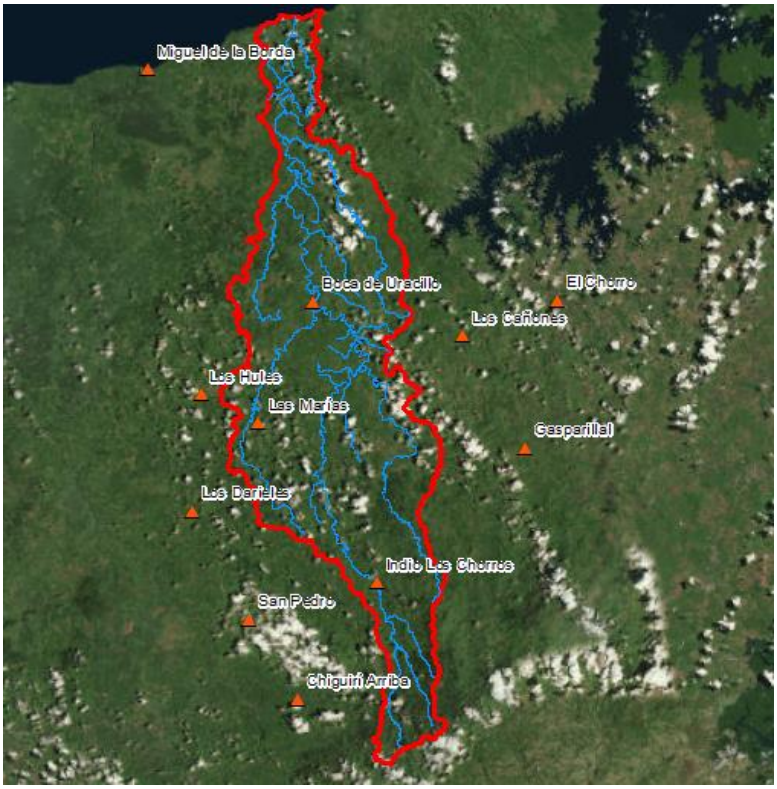
En la tabla 4-11, se presentan las estaciones meteorológicas y pluviométricas utilizadas dentro del análisis de la zona de estudio para la estimación de la Precipitación, el relleno de datos faltantes y la ampliación del registro de datos en estaciones con registros cortos. En la figura 4-1 se presenta la distribución espacial de las estaciones de Precipitación que muestran la densidad de la información utilizada.

Tabla 4-11
Estaciones meteorológicas operadas por la ACP y ETESA utilizadas como referencia para el análisis hidrometeorológico y que cuentan con datos de precipitación.

Estación	Código	Número	Variable	Tipo de dato	Inicio	Fin
Gasparillal	GAD	115-110	Precipitación	Diario	01-oct-00	31-dic-16
El Chorro	CHR	115-007	Precipitación	Diario	01-ene-85	31-dic-16
Los Cañones	CAN	115-071	Precipitación	Diario	01-ene-85	31-dic-16
Las Marías	LMA	111-004	Precipitación	Diario	01-ene-03	31-dic-06
Los Darieles	DAR	105-023	Precipitación	Diario	01-abr-04	01-jul-13
Los Hules	HUL	109-002	Precipitación	Diario	01-may-02	01-jul-13
Boca de Uracillo	BUR	111.001	Precipitación	Diario	1974-ago	1999-dic
Indio Los Chorros	ILC	111-003	Precipitación	Diario	01-may-02	26-ago-08
San Pedro	SPE	105-022	Precipitación	Diario	01-may-04	31-oct-10
Miguel de la Borda		109-001	Precipitación	Diario	1975-Feb	1999-Dic
Chiguirí Arriba		105-002	Precipitación	Diario	1958-Jul	2015-Dic

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017
Nota: solo la estación meteorológica Las Marías y la estación pluviométrica Indio Los Chorros se encuentran dentro de la cuenca del río Indio.

Figura 4-1
Distribución espacial de las estaciones pluviométricas en la zona de estudio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Dobles Masas Acumuladas

El análisis de doble masa o dobles masas acumuladas, es un método estadístico comúnmente utilizado para verificar la consistencia y rellenar datos de una estación con datos faltantes. El análisis consiste en comparar una estación contra otra estación de referencia que cuente con un registro completo y que pertenezcan a una misma zona climática. La estación de referencia puede ser el promedio de varias estaciones. El resultado es aceptable siempre y cuando la correlación entre ambas estaciones o grupo de estaciones sea bueno. Generalmente existen quiebres en el registro de datos existentes y este método también permite a su vez corregir datos anómalos dentro del registro de datos. Los datos que son graficados corresponden a la acumulación de la precipitación anual de ambas estaciones, tanto la de referencia como de la estación que cuenta con información faltante.

En la tabla 4-12 se presentan las estaciones cuyos registros de precipitación fueron completadas y la estación de referencia utilizada. En la gráfica 4-15 se presenta el gráfico de doble masa acumuladas entre la estación Boca de Uracillo y Los Cañones.

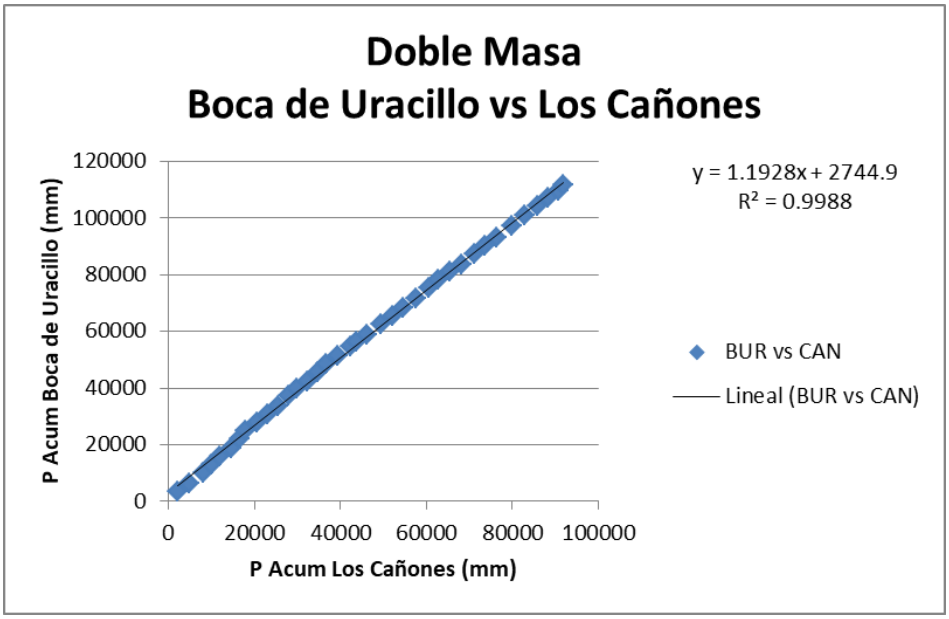
En el Apéndice C en el anexo 4 se presentan los gráficos de las dobles masas elaboradas para el análisis y relleno de datos faltantes.

Tabla 4-12
Estaciones para el análisis de doble masas acumuladas

Estación	Estación de Referencia
Las Marías	Boca de Uracillo
Los Darieles	Las Marías
Los Hules	Las Marías
Boca de Uracillo	Los Cañones
Indio Los Chorros	Los Cañones
San Pedro	Indio Los Chorros
Miguel de la Borda	Agua Clara
Chiguirí Arriba	San Miguel

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Gráfica 4-15
Doble Masa Boca de Uracillo vs Los Cañones (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Datos de precipitación (1987-2016)

Cuando se hace un análisis de datos de precipitación, para completar datos faltantes, es fundamental contar con períodos homogéneos extensos (más de 15 años) para poder hacer el análisis de doble masa, sin embargo, se ha utilizado la metodología también en estaciones con registros cortos de menos de diez (10) años, como son el caso de las estaciones de Las Marías, Los Darieles, Los Hules y San Pedro. En la tabla 4-13 se presentan los registros de precipitación anual del período 1987-2016 (30 años), de las once (11) estaciones utilizadas como referencia, resaltado en amarillo aquellos valores que han sido completados.

Una vez completados los datos anuales de precipitación, se utilizaron las distribuciones mensuales de las estaciones que fueron completadas dentro del análisis de dobles masas para obtener la distribución mensual para el período 1987-2016. Con los datos mensuales y las distribuciones, se logró completar los datos mensuales de las 11 estaciones utilizadas como referencia.

De las gráficas 4-16, 4-17 y 4-18 se ve que la precipitación media anual en Las Marías es de 3,149 mm, 2,991 mm en Boca de Uracillo y 2,483 mm en Indio Los Chorros, siendo noviembre, el más lluvioso en las tres estaciones. Es en noviembre cuando se han dado las mayores inundaciones en la cuenca de río Indio, como se verá más adelante. En la gráfica 4-19 se presenta las acumuladas de precipitación de las estaciones que están dentro de la cuenca, que permite identificar la estación seca en los primeros meses del año (enero a abril) y la estación lluviosa (mayo a diciembre).

En el apéndice D del anexo 4, se presentan los gráficos con las distribuciones de las precipitaciones promedio mensuales de las ocho (8) estaciones restantes que forman parte del análisis de la cuenca del río Indio, al igual que los cuadros que presentan la información de la precipitación de forma tabular a escala mensual y anual para el período 1987-2016.

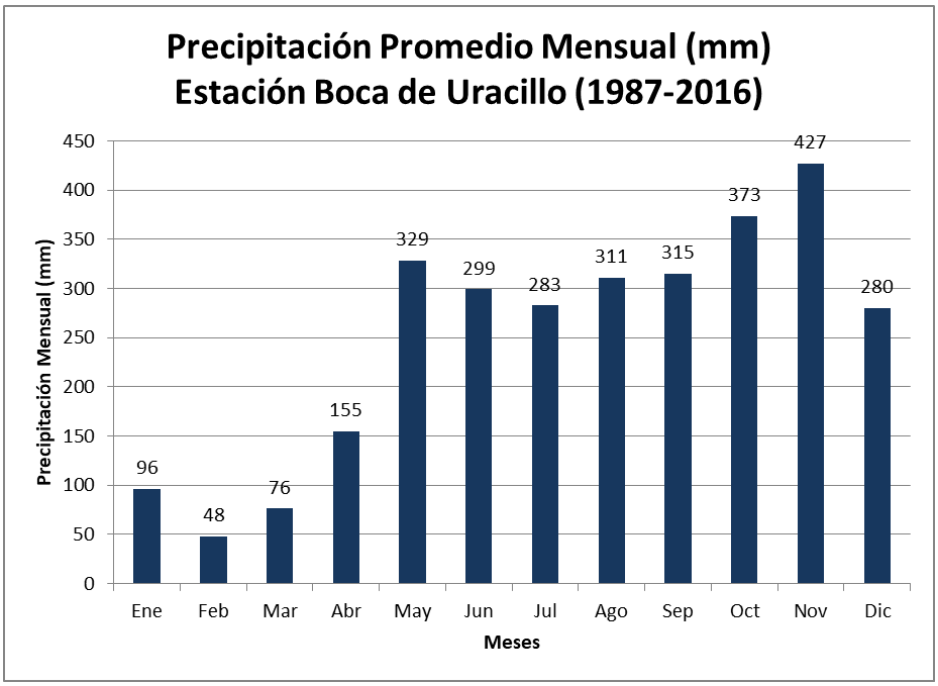
Tabla 4-13
Datos de precipitación anual de las estaciones de referencia (1987-2016)

Año	GASPARILLAL	CHORRO	CAÑONES	LAS MARÍAS	DARIELES	HULES	INDIO LOS CHORROS	SAN PEDRO	MIGUEL DE LA BORDA	BOCA DE URACILLO	CHIGUIRÍ ARRIBA
1985	1,562	1,704	1,877								
1986	1,943	2,101	1,435	3,074	2,953	3,557	2,387	1,433	3,782	2,928	2,784
1987	1,870	2,024	2,736	3,045	2,927	3,528	2,212	1,298	4,006	2,900	2,407
1988	1,928	2,085	2,405	3,270	3,123	3,752	2,740	1,704	3,513	3,114	3,376
1989	1,770	1,920	2,385	2,798	2,714	3,284	2,650	1,635	3,803	2,665	3,259
1990	2,307	2,479	2,474	3,770	3,557	4,248	2,385	1,431	3,206	3,590	3,196
1991	1,833	1,986	1,984	2,674	2,606	3,161	1,925	1,077	2,906	2,547	2,938
1992	1,933	2,090	2,329	2,871	2,777	3,356	2,274	1,345	3,501	2,734	2,978
1993	2,243	2,413	2,670	3,112	2,986	3,595	2,463	1,491	3,597	2,964	3,580
1994	1,648	1,793	1,692	3,145	3,014	3,627	2,020	1,150	3,467	2,995	4,415
1995	2,141	2,306	2,703	3,340	3,184	3,821	2,271	1,343	4,319	3,181	5,280
1996	2,512	2,692	3,048	3,390	3,227	3,871	3,425	2,231	3,442	3,229	5,703
1997	1,115	1,240	1,461	1,525	1,608	2,020	1,224	942	3,653	1,452	2,880
1998	2,060	2,223	2,339	2,584	2,528	3,071	2,061	1,182	3,441	2,461	5,126
1999	2,539	2,720	3,307	3,887	3,659	4,364	3,310	2,143	3,582	3,702	6,614
2000	2,192	2,360	2,634	3,214	3,075	3,696	2,505	1,523	3,514	3,061	3,891
2001	1,598	1,918	2,563	3,135	3,006	3,617	2,436	1,471	2,562	2,985	3,441
2002	2,187	2,093	2,891	3,501	3,323	1,798	2,753	1,714	2,357	3,334	3,478
2003	2,421	2,319	3,109	3,745	3,535	2,075	2,520	1,535	3,396	3,566	3,499
2004	1,885	2,108	2,230	2,811	2,652	3,236	2,638	2,154	3,782	2,677	4,308
2005	2,085	2,644	2,548	2,733	2,662	3,152	2,681	1,742	2,703	2,888	3,158
2006	2,736	2,350	2,776	3,871	3,457	4,178	2,840	2,200	3,028	2,710	4,090
2007	2,486	2,416	3,057	3,687	3,077	3,043	2,914	3,048	3,453	3,512	4,307
2008	1,772	1,897	2,511	3,008	2,662	2,800	2,386	2,055	2,400	2,865	3,253

Año	GASPARILLAL	CHORRO	CAÑONES	LAS MARÍAS	DARIELES	HULES	INDIO LOS CHORROS	SAN PEDRO	MIGUEL DE LA BORDA	BOCA DE URACILLO	CHIGUIRÍ ARRIBA
2009	2,000	2,133	2,547	3,436	2,681	3,447	2,421	1,579	3,069	3,272	4,428
2010	2,842	2,938	3,646	4,345	2,951	4,056	3,483	2,524	4,776	4,138	5,319
2011	2,453	3,008	2,916	3,501	2,790	3,854	2,753	1,714	3,916	3,334	3,957
2012	2,766	2,839	3,138	3,777	3,131	4,049	2,992	1,898	3,476	3,597	3,934
2013	1,876	2,090	2,181	2,773	2,563	3,618	2,124	1,230	2,035	2,641	3,301
2014	1,949	1,613	2,251	2,966	2,859	3,450	2,291	1,358	2,692	2,825	2,920
2015	1,557	1,567	1,885	1,740	1,795	2,234	1,230	946	1,176	1,657	2,692
2016	2,193	2,053	2,689	2,823	2,735	3,309	2,558	1,564	4,639	3,120	4,885
Promedio	**2,096**	**2,211**	**2,570**	**3,149**	**2,895**	**3,377**	**2,483**	**1,641**	**3,314**	**2,991**	**3,887**

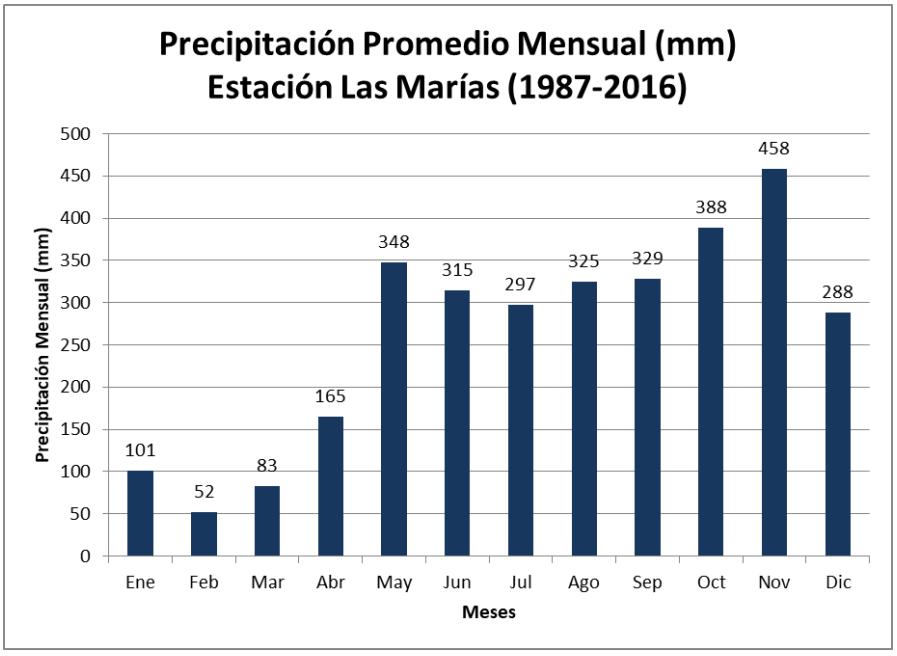
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Gráfica 4-16
Distribución de la precipitación promedio mensual de la estación Boca de Uracillo (1987-2016)



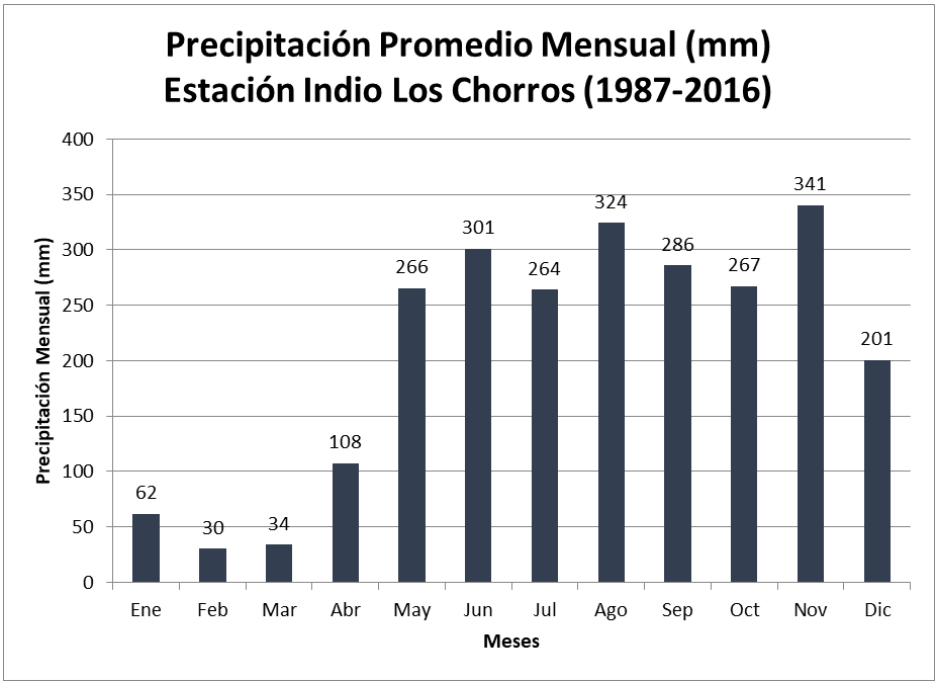
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-17
Distribución de la precipitación promedio mensual de la estación Las Marías (1987-2016)



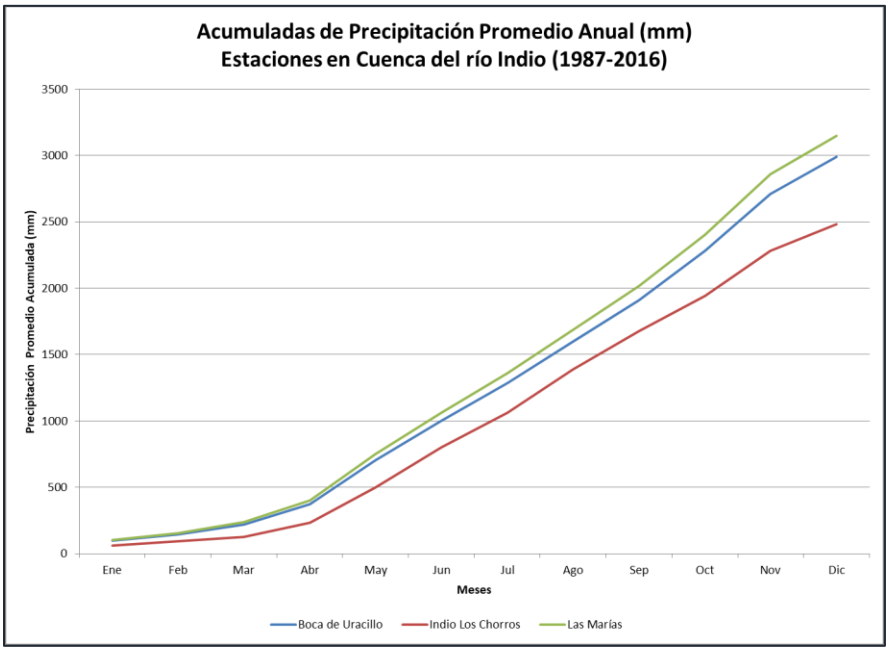
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-18
Distribución de la precipitación promedio mensual de la estación Indio Los Chorros (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-19
Acumuladas de precipitación en las estaciones de Boca de Uracillo, Indio, Los Chorros y Las Marías (1987-2016)

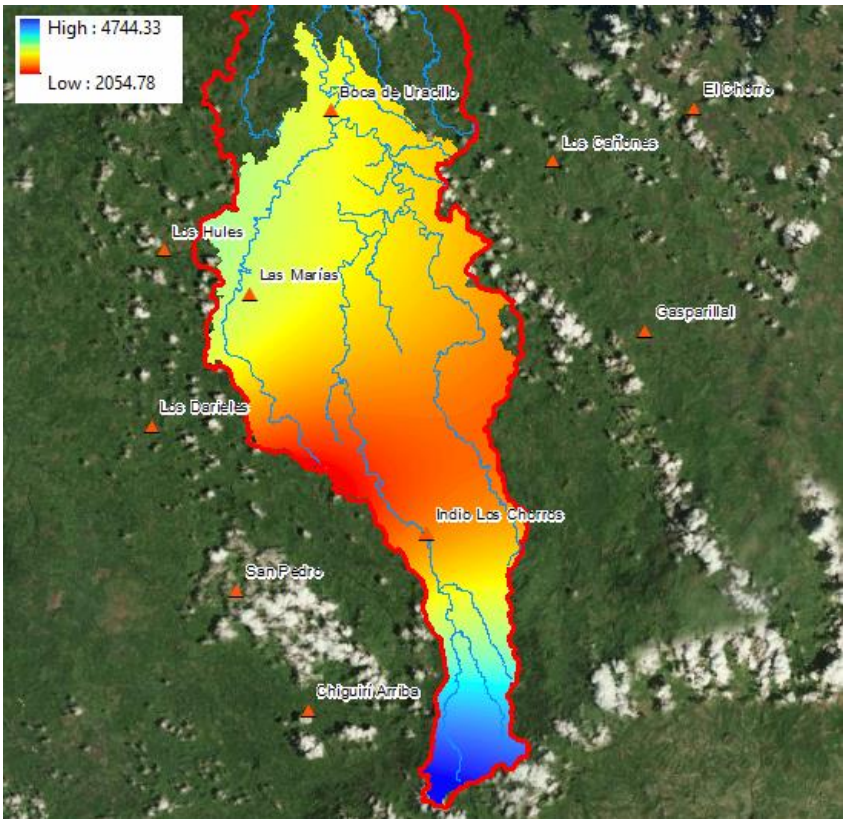


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Para hacer una estimación de la Precipitación de la cuenca del río Indio para el período de 30 años en las once (11) estaciones de referencia, se implementó el método de interpolación Spline en ArcGIS, el cual utiliza un polinomio con datos continuos que presenten similitud y que a su vez puede ser mediante dos (2) metodologías: regularizado y tensionado. Se ha implementado el método tensionado, ya que permite darle suavidad al comportamiento de la lluvia al momento de hacer las interpolaciones y que no existan quiebres que luego puedan representarse en el caso de construir Isoyetas de la zona de estudio. En el mapa 8 se presenta la distribución espacial de la precipitación media anual en la cuenca del río Indio cuyo valor promedio es de 2,903 mm, la cual varía espacialmente entre un rango de 2,046 mm y 4,753 mm.

La precipitación promedio de la subcuenca de río indio hasta la estación hidrológica Tres Hermanas, es de 2,862 mm y para la subcuenca hasta la estación hidrológica Las Marías de 2,718 mm. Esto permite dar una idea de la distribución espacial de la Precipitación tanto en la parte baja-media y media-alta es bastante homogénea con variaciones no tan significantes. En la figura 4-2 y 4-3 se presenta la distribución espacial para ambas subcuencas.

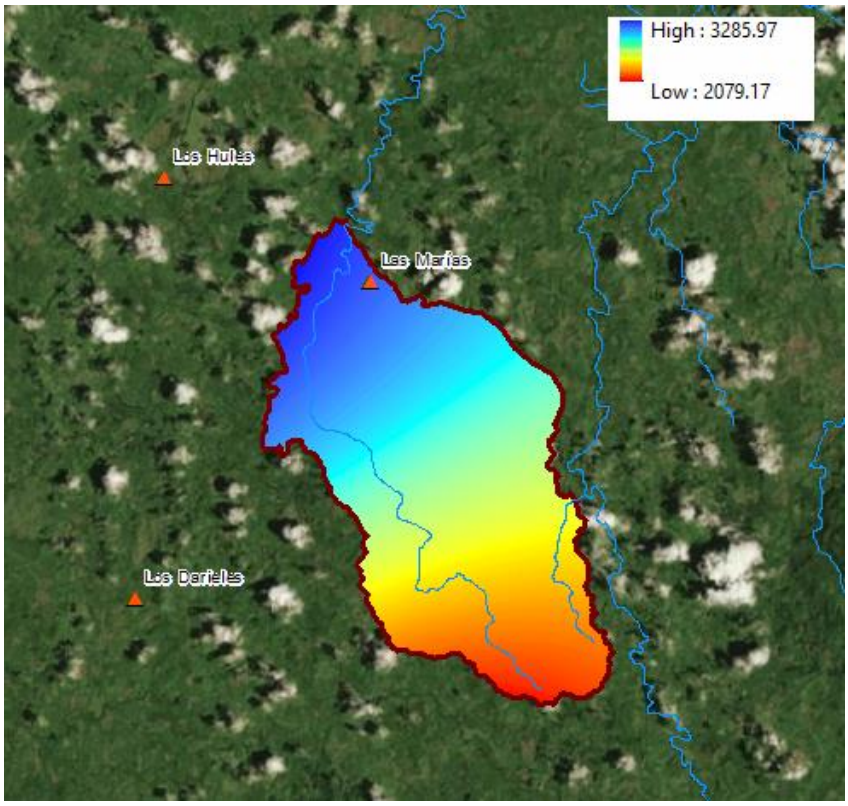
Figura 4-2
Distribución espacial de la precipitación media anual de la subcuenca de río Indio hasta la estación Tres Hermanas



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-3

Distribución espacial de la precipitación del río Uracillo hasta la estación Las Marías



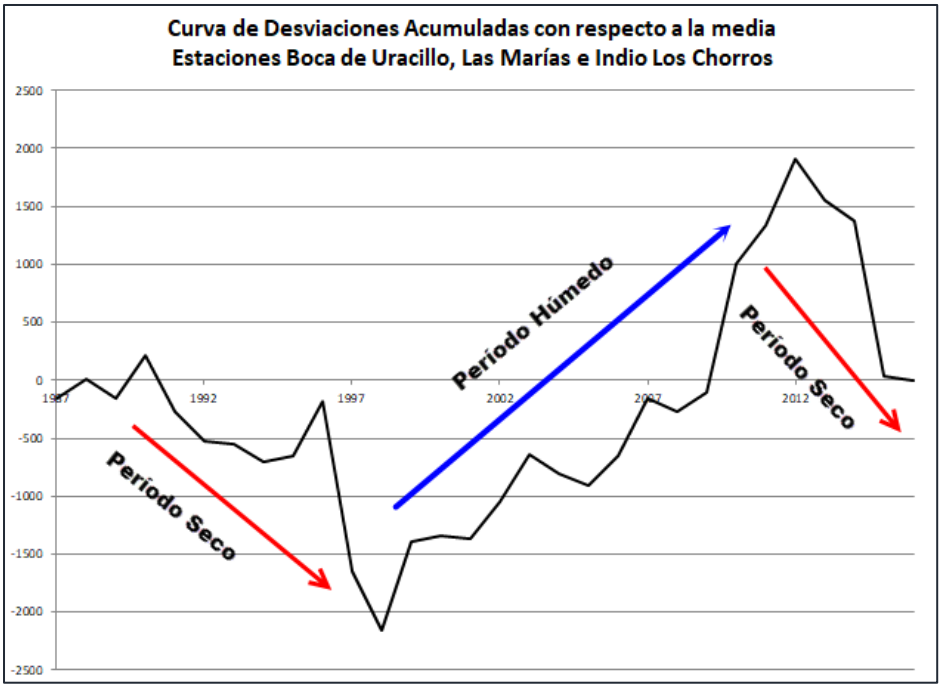
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Análisis temporal de la precipitación (1987-2016)

El régimen pluviométrico tiene períodos secos y húmedos con variaciones en tiempo y espacio, en función de variables que hacen favorables la formación de eventos de precipitación en una cuenca de estudio o zona determinada. En el caso de la cuenca del río Indio, existe la influencia tanto de factores que forman parte del régimen pluviométrico de las cuencas del Caribe y del Pacífico. Dentro del período de análisis (1987-2016), ver mapa 8, se han registrado dos periodos secos significativos los cuales han sido causados por la influencia del fenómeno de El Niño (1997-1998 y 2015-2016), lo cuales se ven claramente identificado en función de la precipitación promedio de las Estaciones de Boca de Uracillo, Las Marías e Indio Los Chorros.

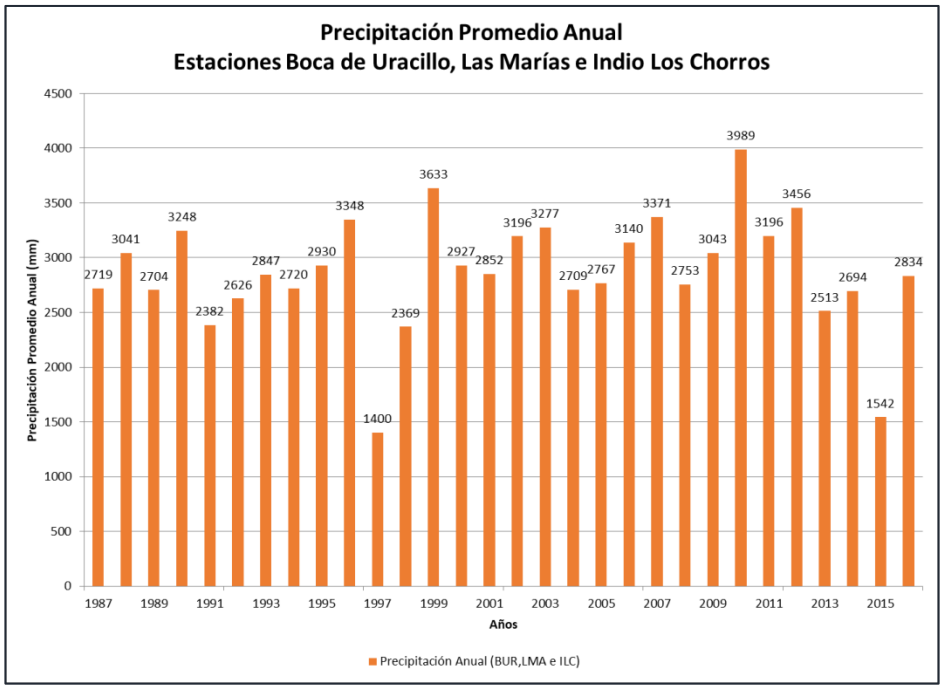
En la gráfica 4-20 se presenta la curva de desviaciones de precipitación acumulada con respecto a la precipitación promedio la cual define los períodos secos y húmedos, y en la gráfica 4-21 se presenta la variación temporal de la precipitación promedio desde el año 1987 hasta el 2016.

Gráfica 4-20
Curva de desviaciones de precipitación acumuladas e identificación de periodos secos-húmedos en la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-21
Variación temporal de la precipitación promedio en la cuenca del río Indio (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Para poder hacer un análisis del comportamiento temporal y espacial de los datos de precipitación en la cuenca del río Indio se han tomado como referencia los datos de las 11 estaciones pluviométricas utilizadas en el análisis espacial de los datos con ArcGIS para generar la interpolación de datos de lluvia en tres (3) períodos (1987-1996,1997-2006 y 2007-2016). En la tabla 4-14 se presentan los datos de precipitación que serán utilizados para el análisis espacial.

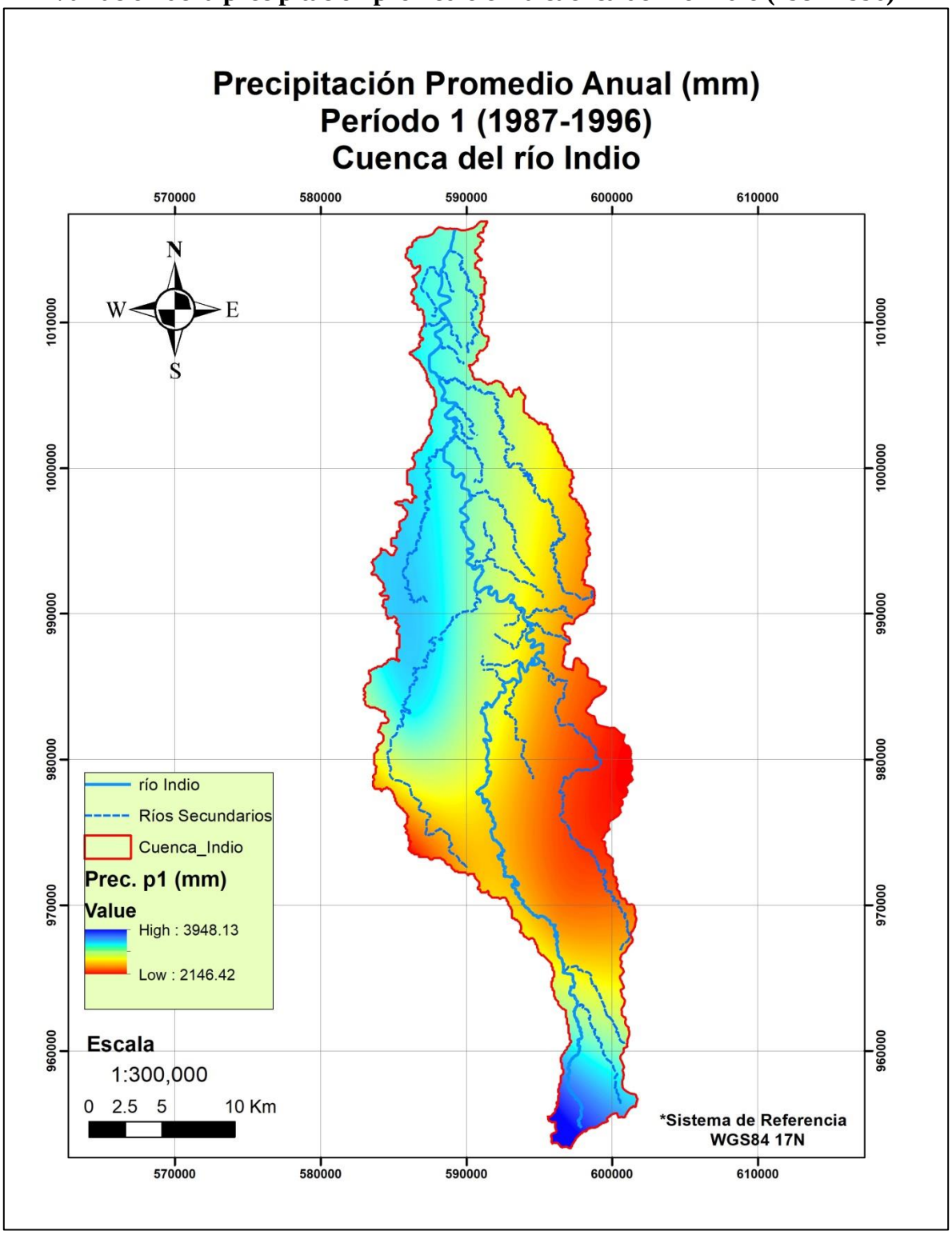
Tabla 4-14
Datos utilizados para análisis de variación temporal de la precipitación (mm) en la cuenca del río Indio

Año	ID	Prec. (mm)	Prec. (mm)	Prec. (mm)	Prom.
		1987-1996	1997-2006	2007-2016	
Gasparillal	GAD	2,018	2,082	2,189	2,096
Chorro	CHR	2,179	2,197	2,255	2,211
Cañones	CAN	2,442	2,586	2,682	2,570
Las Marías	LMA	3,141	3,101	3,206	3,149
Darieles	DAR	3,012	2,950	2,725	2,895
Hules	HUL	3,624	3,121	3,386	3,377
Indio Los Chorros	ILC	2,436	2,497	2,515	2,483
San Pedro	SPE	1,471	1,661	1,792	1,641
Miguel de la Borda	MBO	3,576	3,202	3,163	3,314
Boca de Uracillo	BUR	2,992	2,884	3,096	2,991
Chiguirí Arriba	CHA	3,713	4,049	3,900	3,887

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

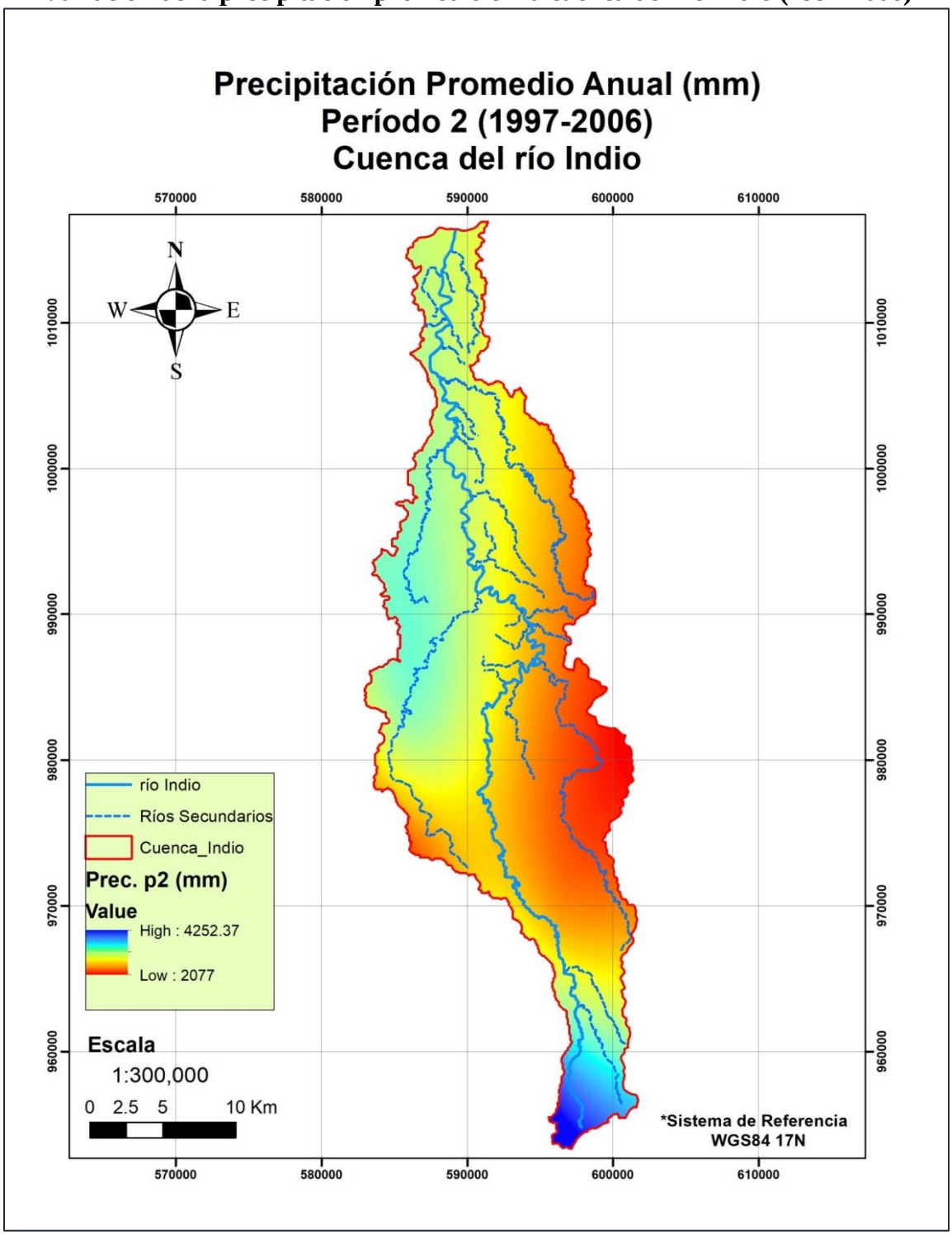
Del análisis espacial y temporal por períodos de 10 años para la precipitación promedio de la cuenca del río Indio se obtuvieron los siguientes resultados: período 1 (1987-1996) equivale a 2,795 mm, período 2 (1997-2006) equivale a 2,741 mm y el período 3 (2007-2016) equivale a 2,886 mm. Este análisis indica que indica que la precipitación media de esta cuenca no ha tenido cambios significativos durante el periodo 1987-2016. En las figuras 4-4, 4-5 y 4-6 se presentan los mapas con la distribución espacial de la precipitación para los tres períodos descritos. En el Apéndice E en el anexo 4, se presentan los mapas de isoyetas correspondientes a los 3 períodos de análisis de la precipitación.

Figura 4-4
Variación de la precipitación promedio en la cuenca del río Indio (1987-1996)



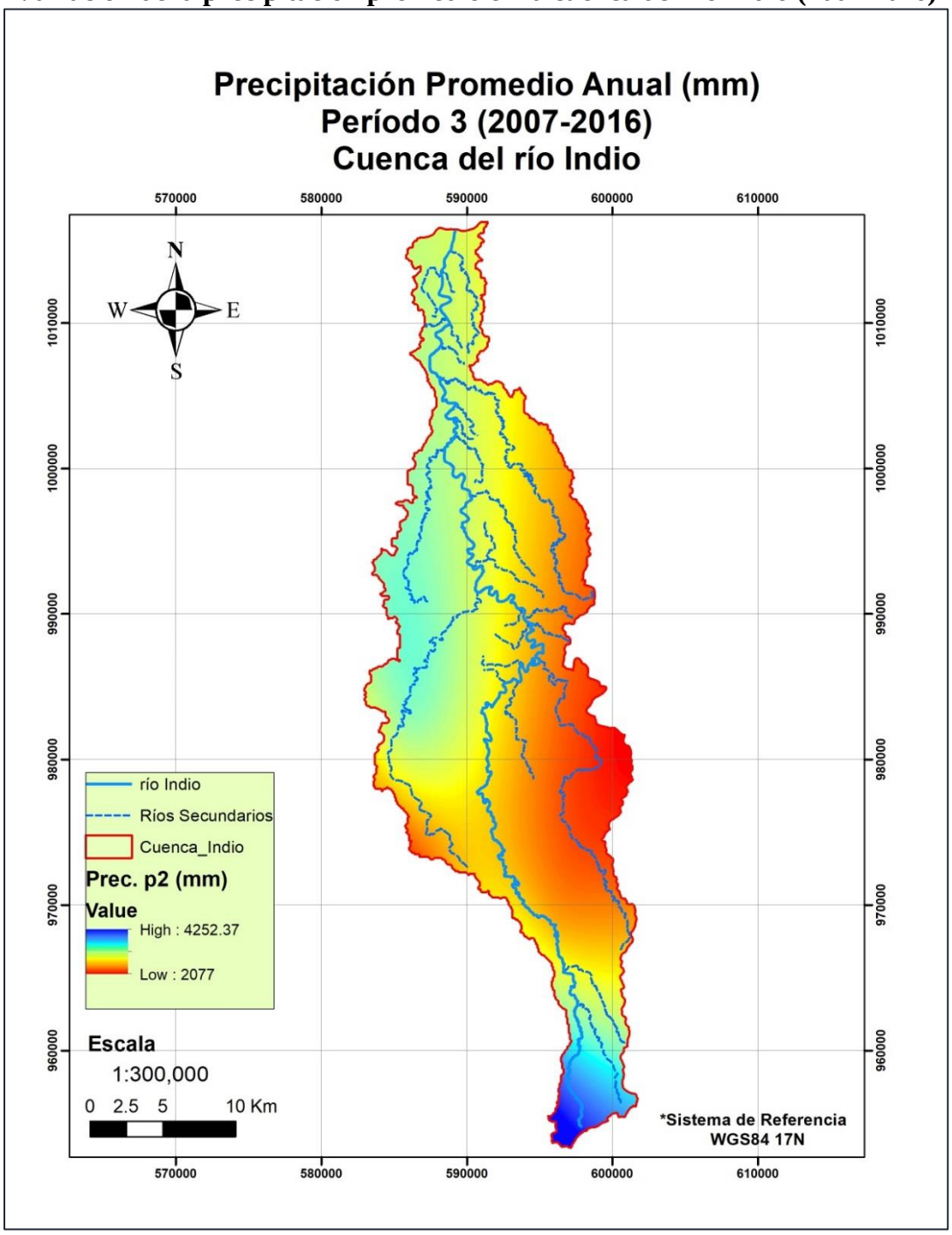
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-5
Variación de la precipitación promedio en la cuenca del río Indio (1997-2006)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-6
Variación de la precipitación promedio en la cuenca del río Indio (2007-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Temperatura

En el trópico, la temperatura es una variable meteorológica cuya variación resulta más homogénea que la variación que puede existir en la Precipitación, en donde en algún momento su registro horario podría ser cero (0) mm y en un momento determinado registrar alguna lluvia, en función de la resolución temporal que tengan los registros de medición. En

el caso de la temperatura sus variaciones se dan sobre todo en función del momento de la medición (día y noche), la influencia de los rayos solares o también por la elevación de la zona de medición. En función del último aspecto a considerar, el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), construyó unas ecuaciones altotérmicas en función de la elevación con respecto al nivel del mar.

La ecuación esta expresada de la siguiente forma:

T= a + b*h

En donde,
T = es la temperatura en grados centígrados (°C).
a = es una constante relacionado con una temperatura base.
b = constante por la variación en las temperaturas.
h = elevación con respecto al nivel del mar (msnm).

En la tabla 4-15 se presentan las ecuaciones altotérmicas para la estimación de la temperatura mensual y en el mapa 9 se muestra la distribución espacial de la temperatura anual por medio de esta metodología.

Tabla 4-15
Ecuaciones altotérmicas elaboradas por el IRHE[4]

Meses	Ecuación Altotérmica Temperatura Media (°C)	Factor de Corrección
Enero	T = 26.4716 - 0.0057*h	0.97
Febrero	T = 26.9748 - 0.006*h	0.98
Marzo	T = 27.5198 - 0.0058*h	0.98
Abril	T = 27.6750 - 0.0058*h	0.97
Mayo	T = 27.2580 - 0.0055*h	0.96
Junio	T = 26.7758 - 0.0052*h	0.95
Julio	T = 26.9227 - 0.0054*h	0.96
Agosto	T = 26.8603- 0.0053*h	0.96
Septiembre	T = 26.6495 - 0.0054*h	0.95

[4] Ing. Johnny Cuevas (ACP, 2001)

Meses	Ecuación Altotérmica Temperatura Media (°C)	Factor de Corrección
Octubre	T = 26.5542 - 0.0054*h	0.96
Noviembre	T = 26.5308 - 0.0054*h	0.96
Diciembre	T = 26.6148 - 0.0057*h	0.97

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Evapotranspiración

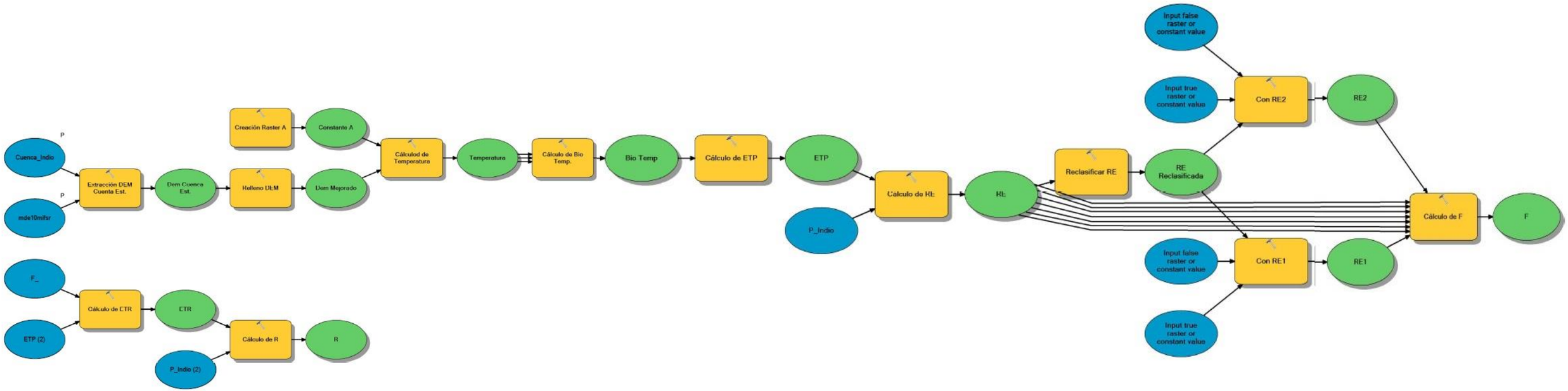
La evapontranspiración corresponde a la pérdida de la lámina de agua estimada generalmente en milímetros (mm), por medio de la evaporación directa y la transpiración de las plantas. Dentro de la ecuación de Balance Hídrico, se utiliza la evapontranspiración real (ETR), la cual corresponde a la pérdida de agua efectiva, actual o real que se da en el cultivo o cobertura vegetal de las plantas considerando parámetros relacionados con el cultivo. La evapontranspiración real corresponde a una fracción o parte de la evapotranspiración potencial (ETP), la cual se define como la máxima pérdida de humedad que puede darse en las plantas bajo condiciones óptimas. A continuación se presenta la ecuación del balance hídrico:

$$P = ETR + R \pm \Delta s$$

En donde,
P = es la Precipitación en mm.
ETR = es la Evapotranspiración real en mm.
R = es la escorrentía superficial en mm.
ΔS = Variación del Almacenamiento en la cuenca en mm.

Para la estimación de la evapotranspiración real se implementará el método de Holdridge, debido a que no existen mediciones de variables meteorológicas para utilizar otros métodos comúnmente utilizados como Penman, en donde se necesitan variables como la humedad relativa, la radiación solar, la temperatura, entre otros. Por ello, se utilizará la herramienta Model Builder de ArcGIS para hacer el esquema de análisis requerido en el Balance Hídrico de la cuenca del río Indio. En la figura 4-7 se presenta el Modelo construido para la estimación espacial de diferentes variables que forman parte del balance hídrico.

Figura 4-7
Modelo de balance hídrico de la cuenca del río Indio



Para poder estimar la evapotranspiración real, se debe en primer lugar realizar el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante el método de Holdridge, tal como se presenta en la siguiente ecuación:

$ETP = 58.93\ T^{bio}$

En donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en mm.
T^{bio} = Es la bio temperatura anual en grados Celsius.

La biotemperatura promedio es una medida de calor en grados centígrados la cual tiene lugar en el crecimiento vegetativo con relación al período anual, por lo que es un promedio de las temperaturas entre 0 °C y 30 °C. Dado que no se dispone de información horaria de la temperatura, se utiliza una formula empírica que trabaja bien en regiones subtropicales. La fórmula utilizada es la siguiente:

$T^{bio} = T - (3*\text{grados de latitud})*(T-24)^2/100$

En donde,
Tbio = Biotemperatura en grados en °C.
T = Temperaturas en grados en °C (Ecuación Altotérmica).
Grados de Latitud = Corresponde a la Latitud en grados decimales.

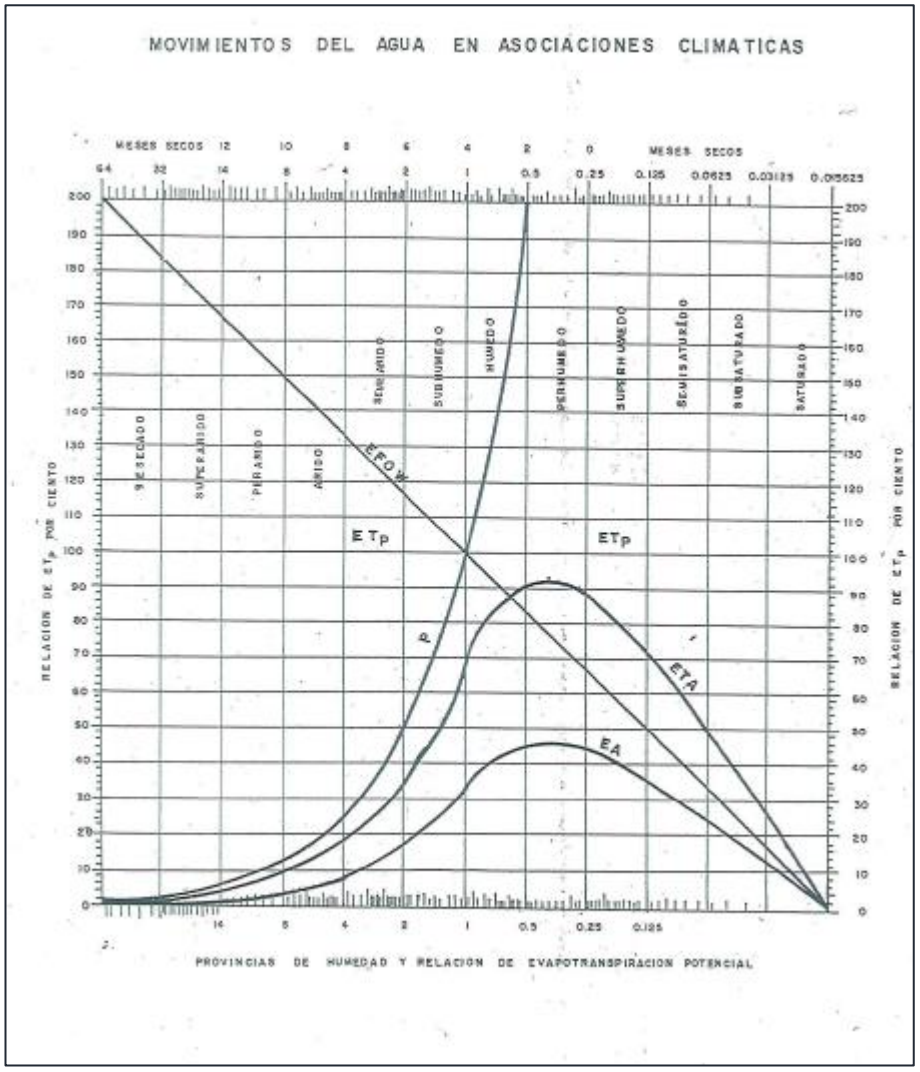
Para la estimación de la ETR se utiliza el diagrama de Holdridge de movimiento de agua en asociaciones climáticas, que nos permite encontrar la relación entre la ETR y la ETP, en donde la precipitación (P) juega un papel importante.

El nomograma de Holdridge se aplica, estimando la relación que hay entre la ETP y la P, entre relación RE, corresponde a relacionar la evapotranspiración potencial anual media y la precipitación media anual. RE corresponde a la variable de entrada al Nomograma de Holdridge (ver figura 4-8), con la cual se obtiene el factor F, que equivale a la relación que hay entre la evapotranspiración real (ETR) y le evapotranspiración potencial (ETP). Una vez que se obtiene el valor de F, se puede obtener el valor de ETR = F*ETP. A continuación se presentan unas ecuaciones generadas por el Ing. Agustín Rodriguez del ICE (Instituto Costarricense de Electricidad):

Para 0.0625<RE<0.45
F = 7.4617*RE3 -10.46*RE2+4.63*RE+0.273

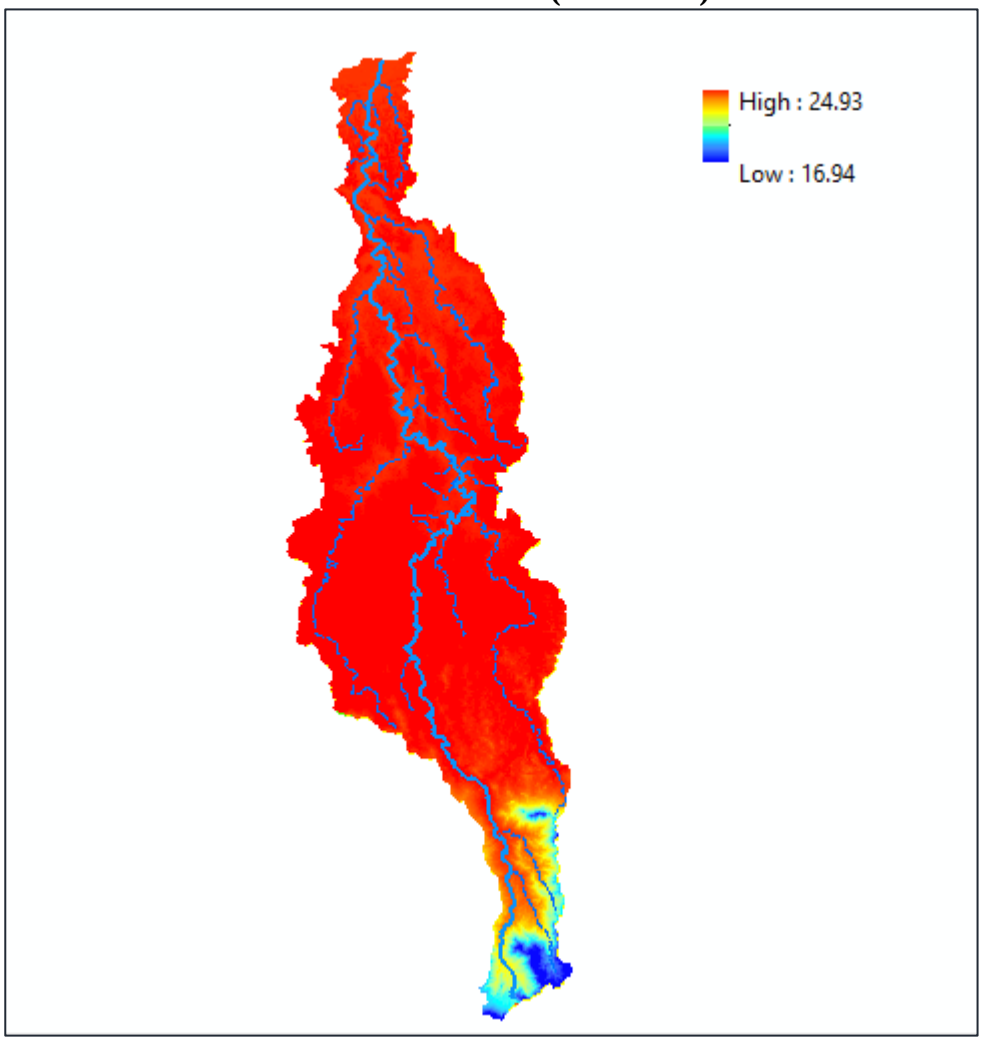
Para 0.45<RE<1.50
F = 1.12-0.44*RE

Figura 4-8
Nomograma de Holdridge para estimación del factor F, relación entre ETR y ETP



El valor de la biotemperatura media para la cuenca del río Indio equivale a 24.62 °C, con una variación espacial a lo largo de la cuenca entre 16.94 °C en la parte alta y 24.93 °C en la parte baja (ver figura 4-9).

Figura 4-9
Distribución espacial de la biotemperatura media anual (°C) de la cuenca del río Indio (1987-2016)

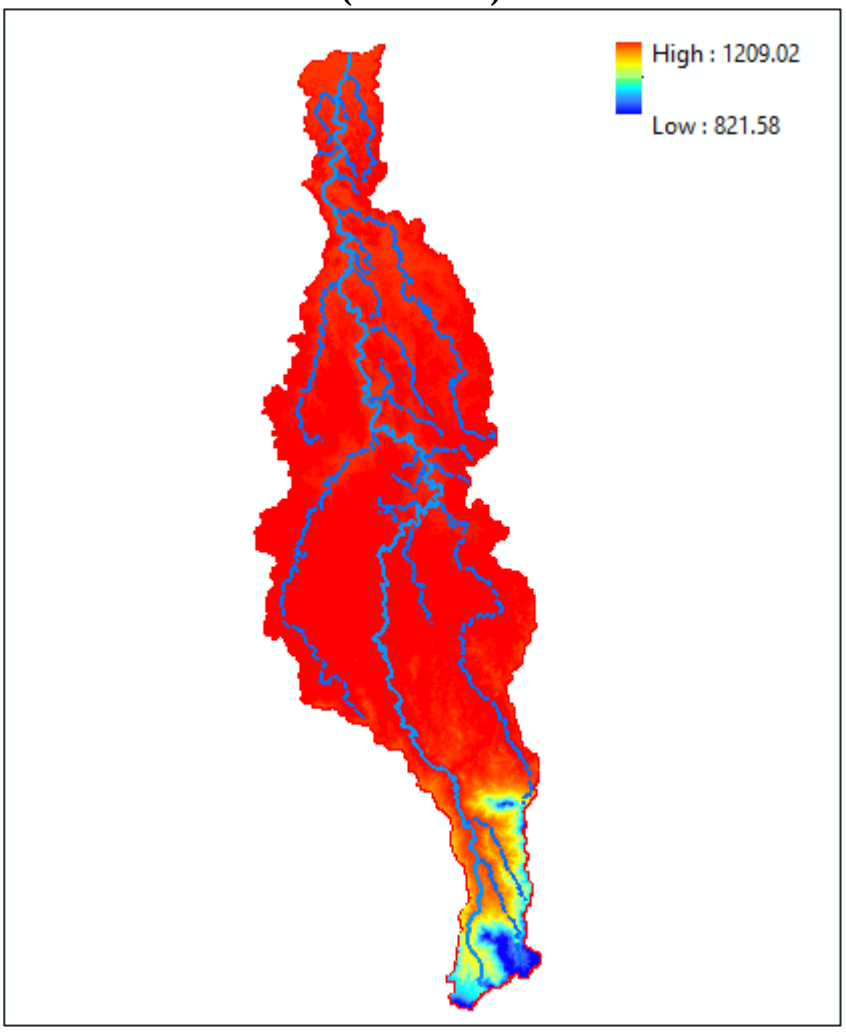


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Una vez que se obtiene la Biotemperatura, se aplica la ecuación del método de Holdridge para estimar la evapotranspiración potencial (ETP) y a su vez se aplicó un factor de corrección de 0.823[5] en función del método de Penman, en la cual se obtiene un promedio medio anual para la cuenca del río Indio de 1,193.91 mm. En la figura 4-10 se presenta la distribución espacial de la ETP con variaciones entre 821 mm y 1,209 mm.

[5] "Balance Hídrico Superficial de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá: Cuencas de río Indio, Coclé del Norte y Caño Sucio" elaborado por el Ing. Johnny Cuecas de la Autoridad del Canal de Panamá en abril del 2001.

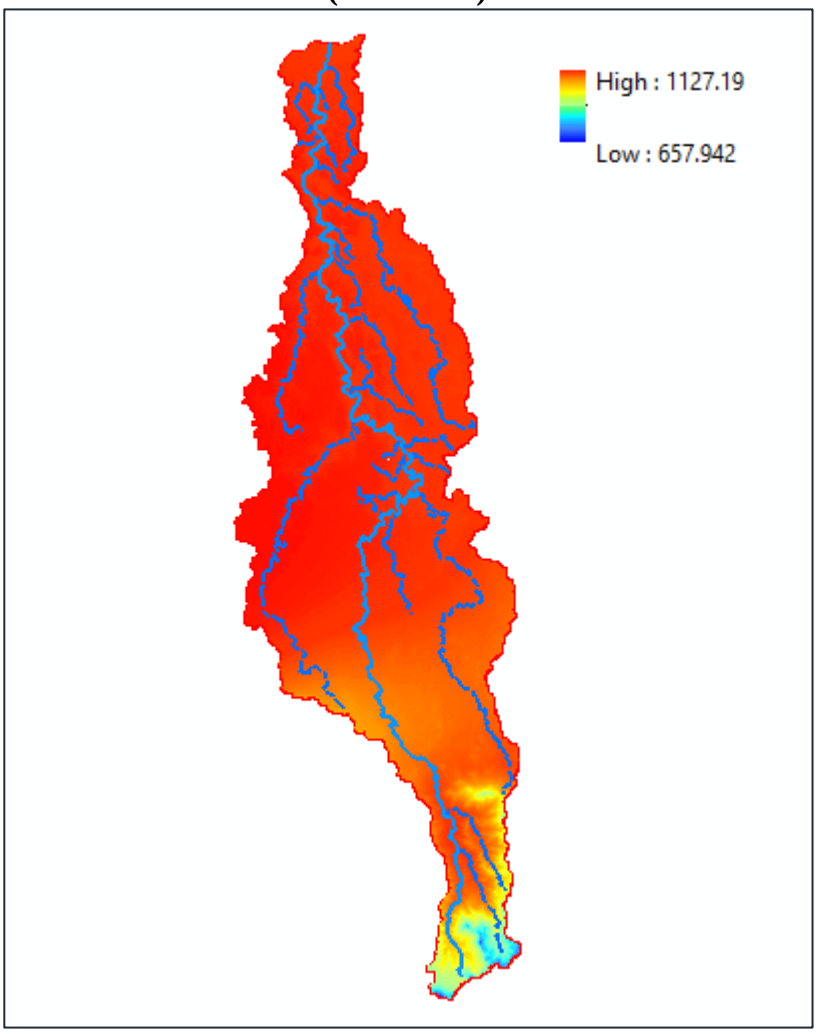
Figura 4-10
Distribución espacial de la ETP media anual en mm de la cuenca del río Indio (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

El valor de RE (Relación entre ETP y P) dio un valor promedio de 0.42, con variaciones entre 0.17 y 0.58, por lo que en el modelo se aplican ambas ecuaciones para la estimación del factor F. Mientras, que el valor promedio obtenido de F es de 0.92, lo que indica que la evapotranspiración real promedio anual corresponde a un 92% de la evapotranspiración potencial. La ETR promedio de la cuenca de río Indio equivale a 1,097.76 mm, en la figura 4-11 se presenta la distribución espacial en toda la cuenca.

Figura 4-11
Distribución espacial de la ETR media anual en mm de la cuenca del río Indio (1987-2016)

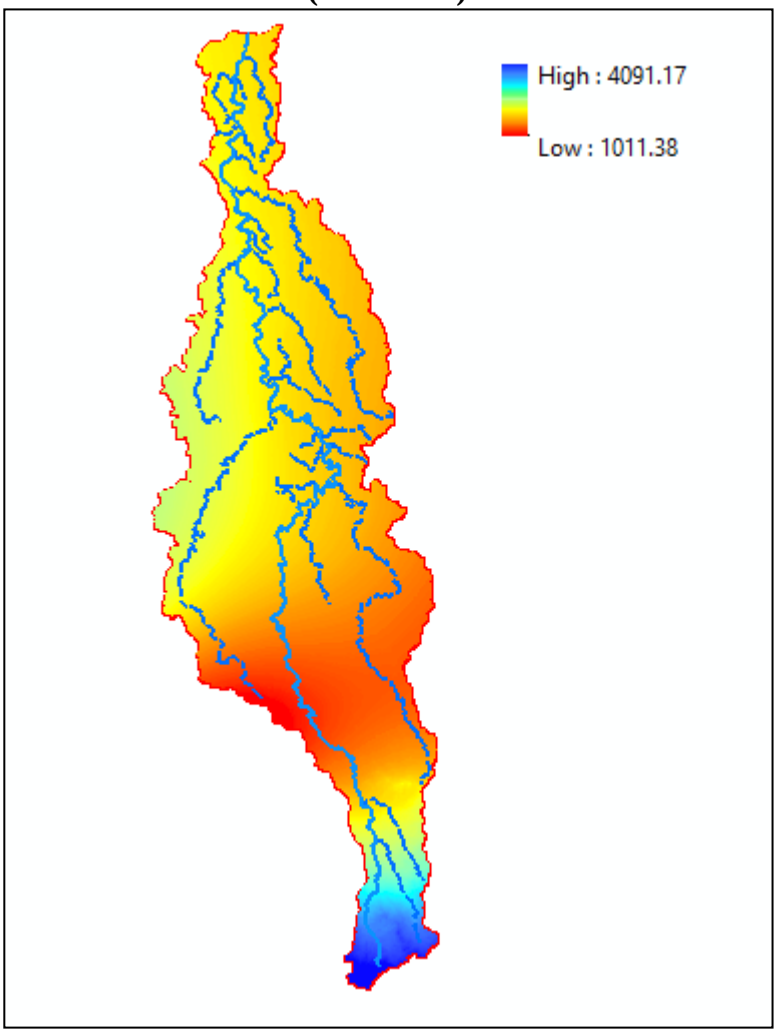


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Escorrentía Superficial

Una vez que se cuentan con las capas de la precipitación promedio anual y la evapotranspiración real de la cuenca del río Indio, se hace puede obtener la distribución espacial de la escorrentía superficial (R) aplicando la ecuación del Balance Hídrico, que forma parte de igual forma del Modelo utilizado en ArcGIS. El valor obtenido de R corresponde a 1,805.21 mm (ver figura 4-12).

Figura 4-12
Distribución espacial de la escorrentía superficial en mm de la cuenca del río Indio (1987-2016)

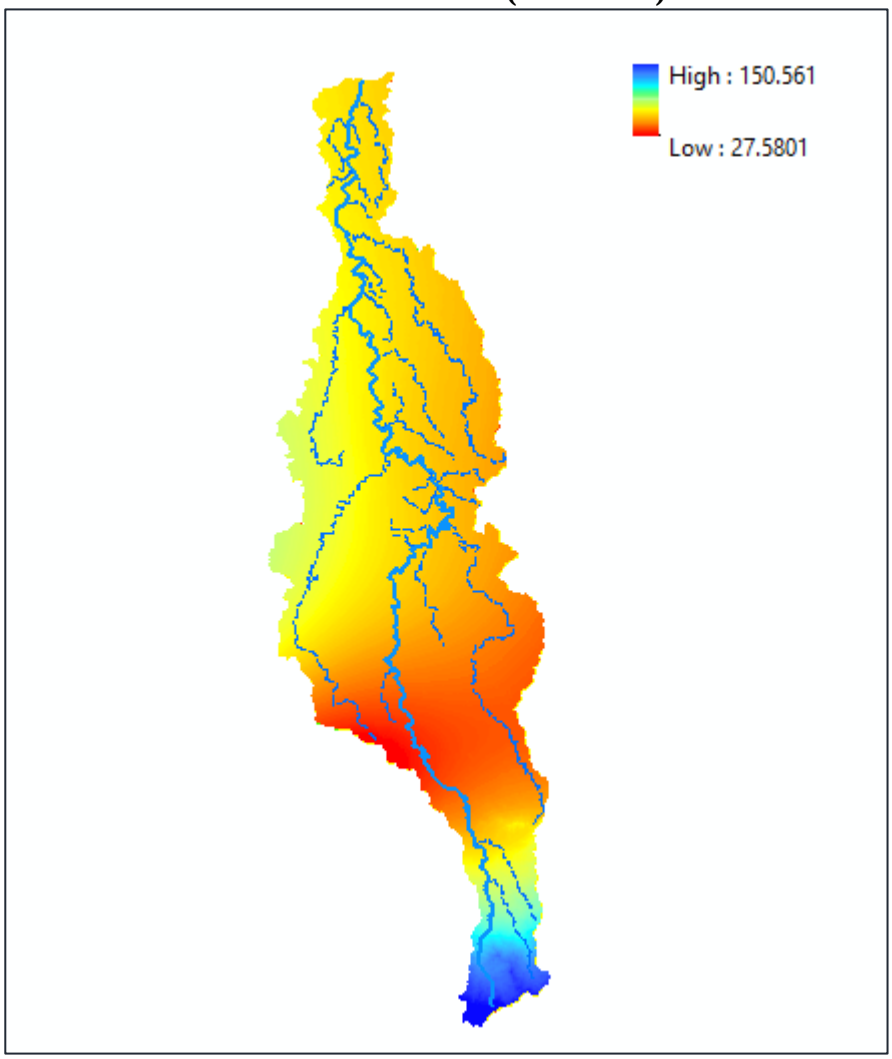


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

El caudal promedio multianual para la cuenca del río Indio con un área de drenaje de 579.79 Km^2, equivale a 33.18[6] m^3/s. En rendimiento específico (qs) de la cuenca, que corresponde al caudal generalmente estimado en litros por segundo (l/s) por área de drenaje en kilómetros cuadrados (Km^2), que permite tener una idea de la variación del comportamiento hidrológico en la cuenca del río indio. En la figura 4-13 se presenta la distribución espacial del caudal específico ($l/s/Km^2$) en la cuenca del río Indio con un valor promedio de 57.24 $l/s/Km^2$. La incertidumbre que puede existir en esta metodología esta sujeta a densidad de información espacial utilizada y a su vez a la cantidad de datos faltantes que hayan sido completados y que representan una estimación del comportamiento pluviométrico en el caso de la precipitación.

[6] El caudal (Q) es igual al área de drenaje en m^2 (A) por la escorrentía superficial en m (R) dividido por los segundos que tiene un año.

Figura 4-13
Distribución espacial del rendimiento específico (qs) en (l/s/Km^2) de la cuenca del río Indio (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Análisis en parte baja, media y alta de la cuenca del río indio

Para poder conocer la variación espacial de las variables que forman parte del Balance Hídrico de una cuenca, se hace la estimación en el tramo bajo, medio y alto de la cuenca del río Indio, de las variables como la precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real y la escorrentía superficial. En la tabla 4-16 se presenta el valor promedio de las variables mencionadas en los tres tramos de la cuenca del río Indio.

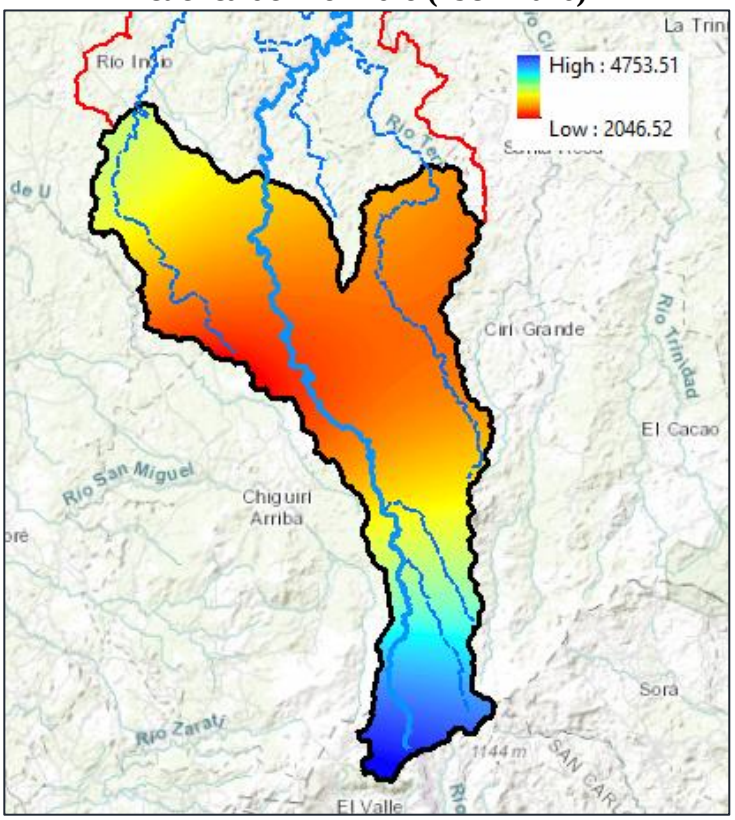
Tabla 4-16
Promedios anuales de las variables del Balance Hídrico en el tramo bajo, medio y alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)

Tramo	Precip. (mm)	Temp. (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	Escorrentía (mm)
Bajo	2,981	26.52	1,202	1,115	1,866
Medio	2,918	26.11	1,206	1,116	1,802
Alto	2,824	24.88	1,177	1,069	1,755

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

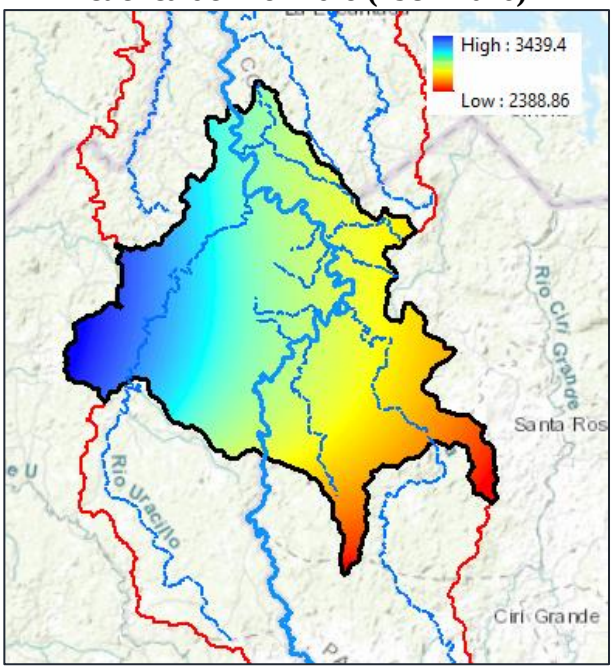
Desde la figura 4-14 a la 4-28, se presenta la distribución espacial de la precipitación media anual, la temperatura media anual, la ETP media anual, ETR media anual y la escorrentía media anual en los tres tramos de la cuenca del río Indio.

Figura 4-14
Distribución espacial de la Precipitación media anual (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)



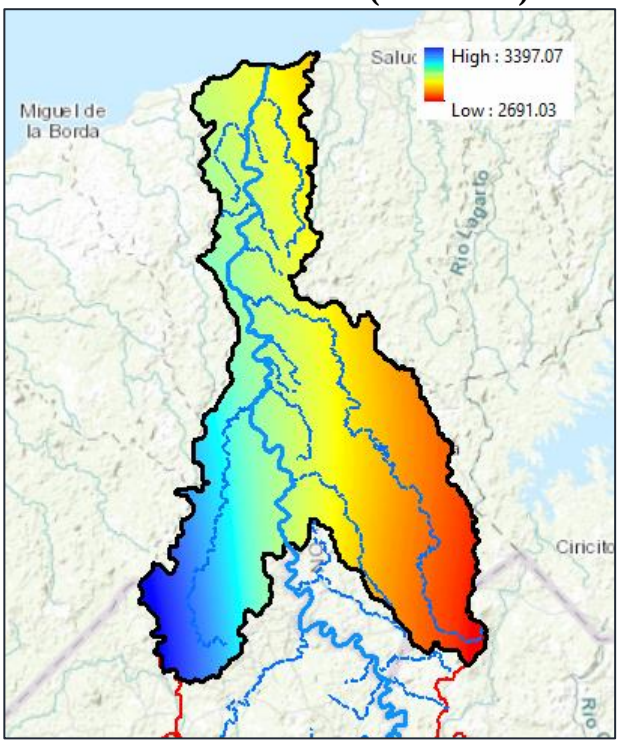
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-15
Distribución espacial de la precipitación media anual (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)



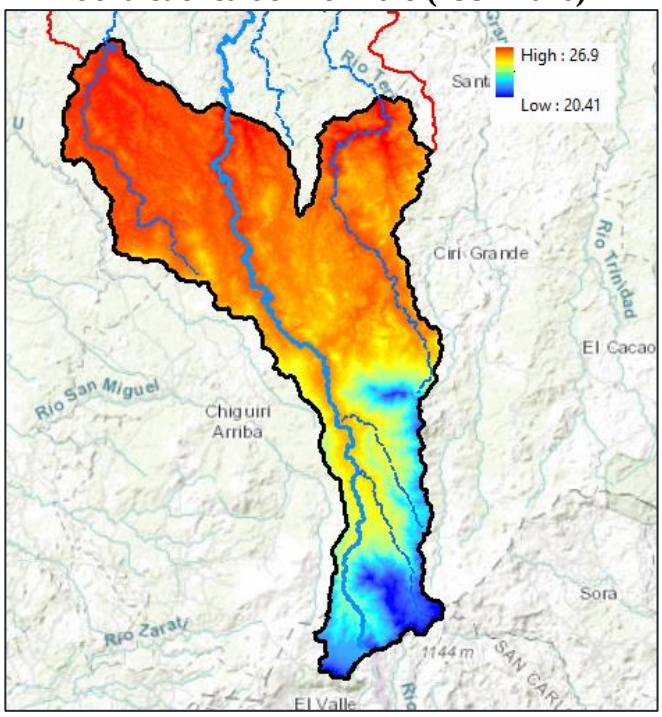
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-16
Distribución espacial de la precipitación media anual (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)



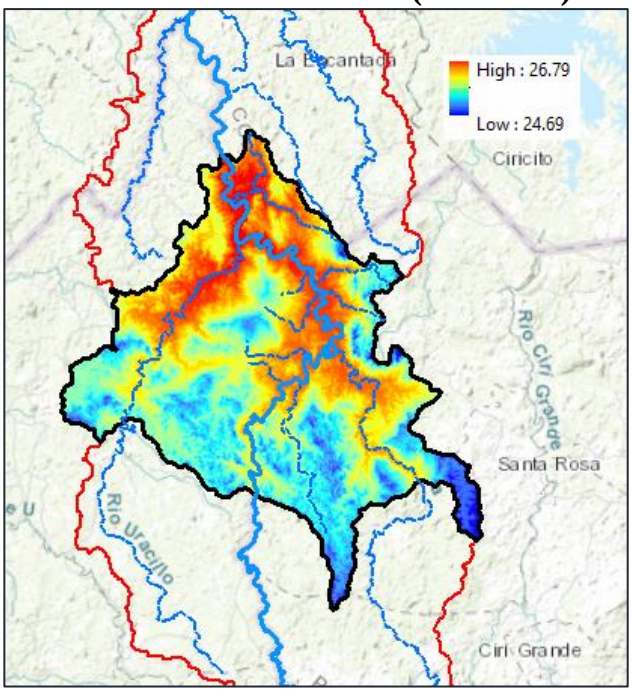
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-17
Distribución espacial de la Temperatura media anual (°C) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)



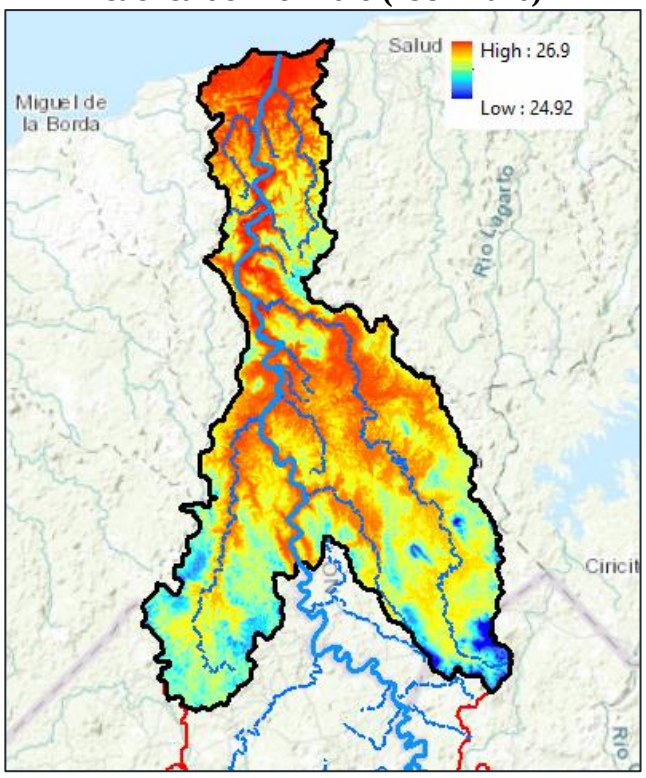
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-18
Distribución espacial de la temperatura media anual (°C) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)



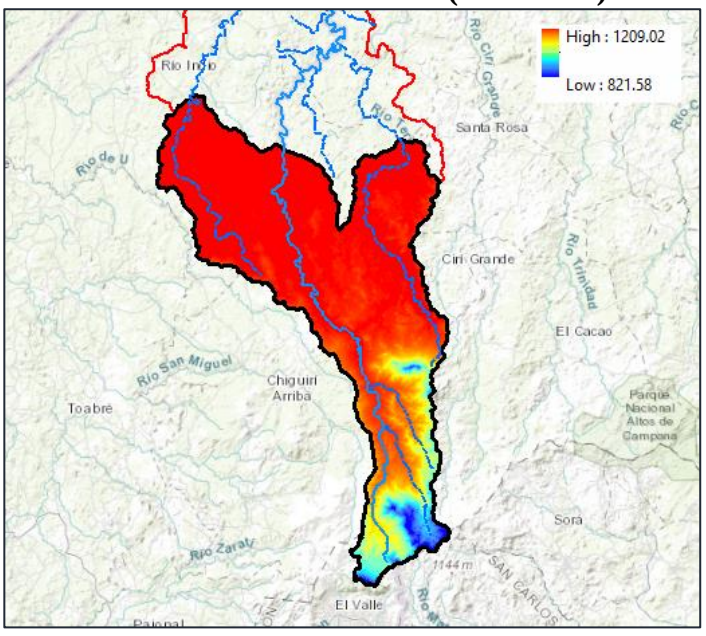
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-19
Distribución espacial de la temperatura media anual (°C) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)



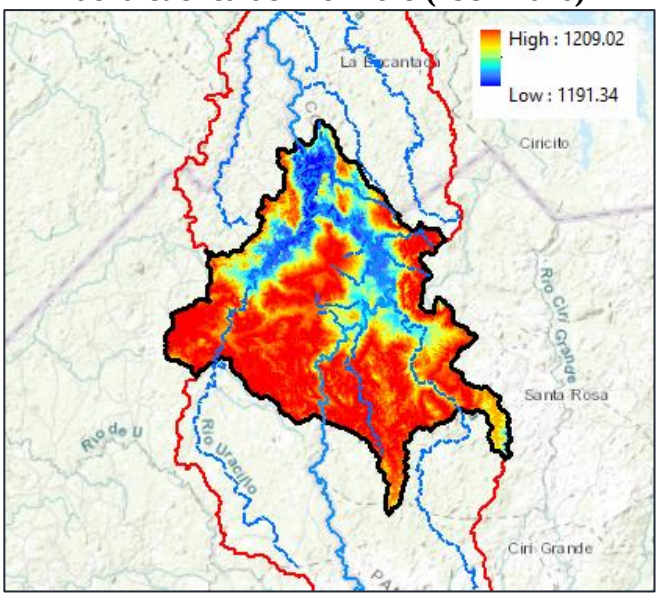
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-20
Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)



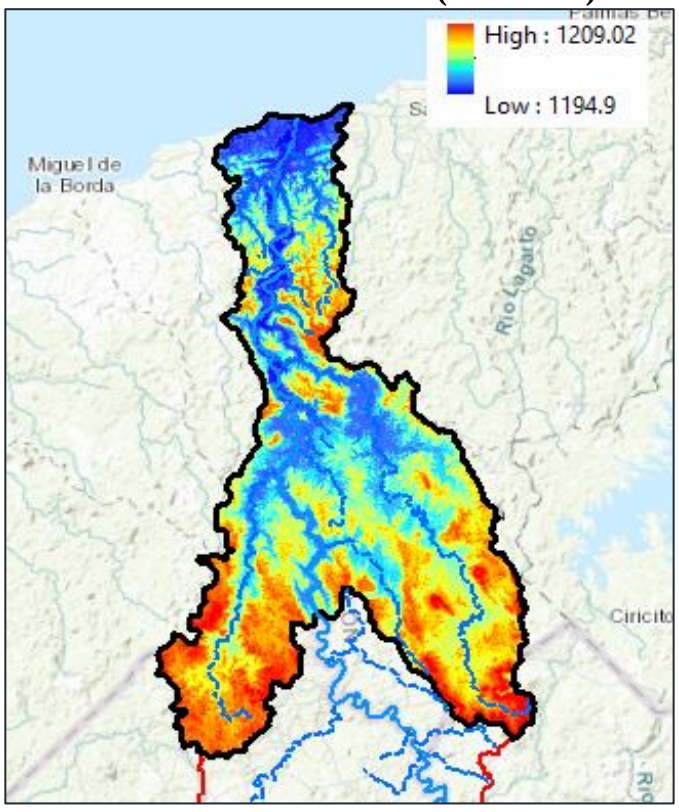
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-21
Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)



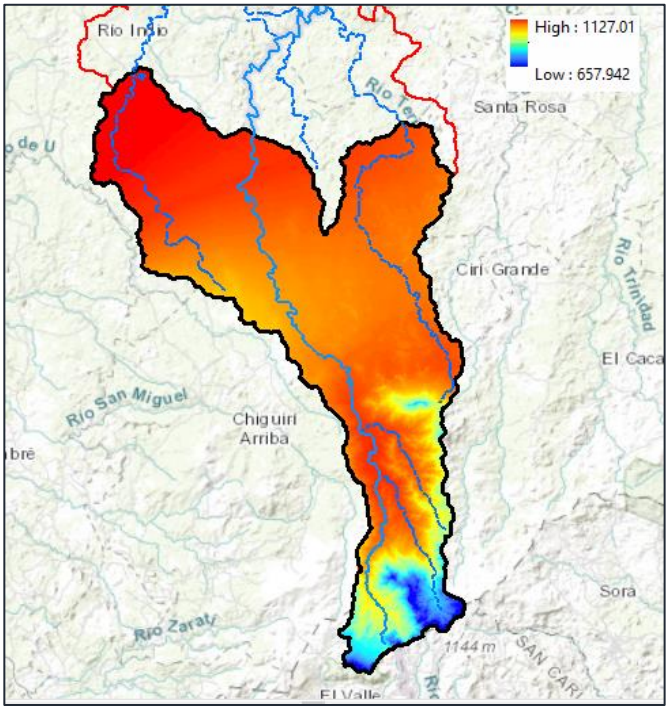
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-22
Distribución espacial de la ETP (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)



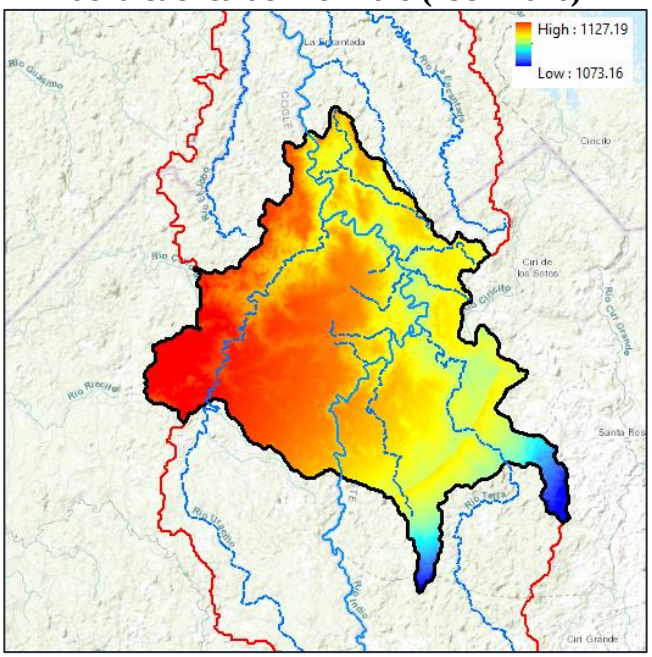
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-23
Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)



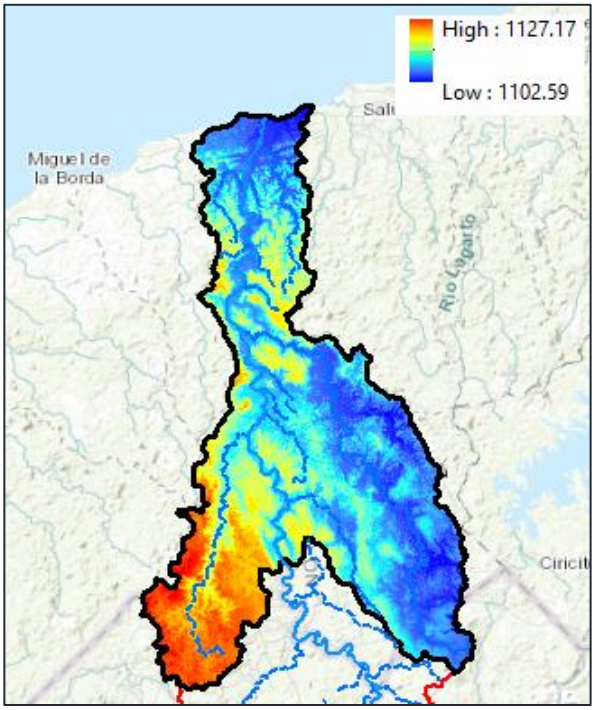
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-24
Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)



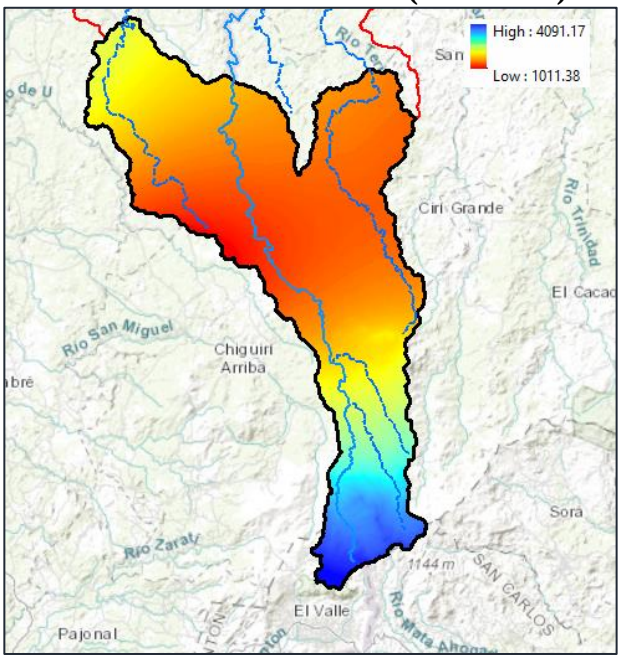
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-25
Distribución espacial de la ETR (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)



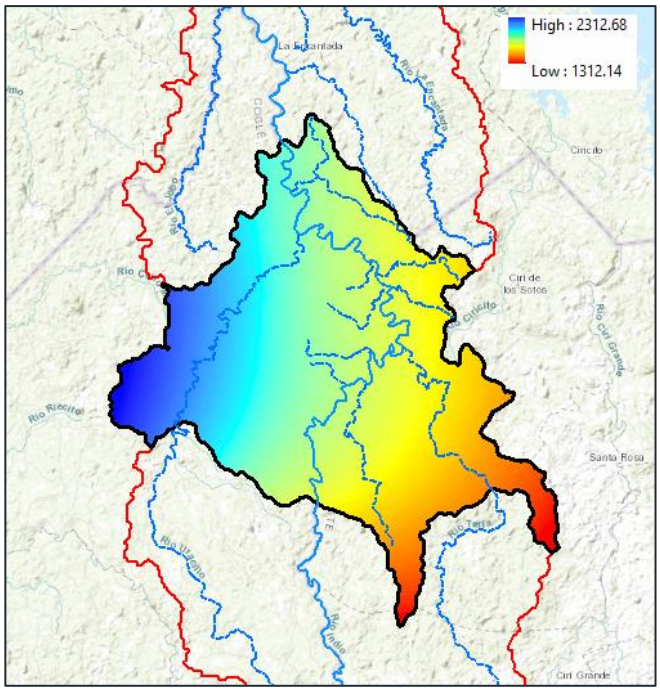
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-26
Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo alto de la cuenca del río Indio (1987-2016)



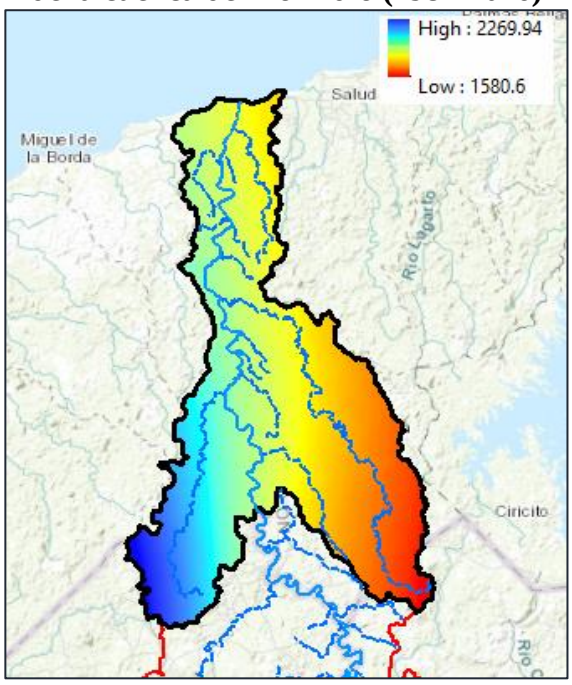
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-27
Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo medio de la cuenca del río Indio (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-28
Distribución espacial de la Escorrentía (mm) en el tramo bajo de la cuenca del río Indio (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

4.1.5.2 Zonas de Vida

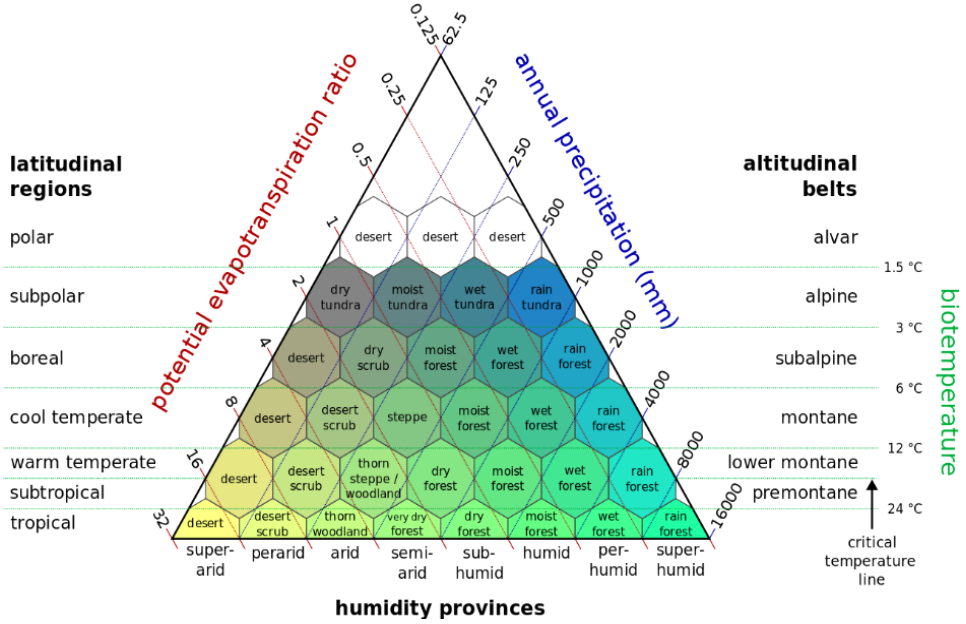
Para determinar una «zona de vida» se deben de obtener primero la temperatura media y la precipitación total anuales y también disponer de la altitud del lugar y hacer uso de un diagrama de clasificación de zonas de vida.

Primero debe de determinarse la biotemperatura promedio anual, a partir de las temperaturas promedio mensuales, con las correcciones señaladas para los meses por debajo de cero y una corrección para los que superen los 24 °C en función de la latitud: tbio = t – [3 * grados latitud/100) * $(t - 24)^2$] (donde t = es la temperatura media mensual y tbio = biotemperatura media mensual).

Después, haciendo uso del diagrama (ver figura 4-29), se debe de encontrar el punto donde se intercepten las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el que están graficados los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado, de modo que los nombres se refieren a la vegetación natural clímax que hay o que podría haber en el lugar determinado. Después se observa el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida (a la derecha del diagrama) que está determinado por las diferencias en la biotemperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal (en la escala vertical del lado izquierdo), cada una con un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

Cuando se representan en un mapa, las zonas de vida se señalan mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guión: el primer grupo, en minúsculas, corresponde a las iniciales del nombre dado a la humedad, el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura; por ejemplo: bosque húmedo Tropical, se rotularía como bh-T.

Figura 4-29
Diagrama de clasificación de las Zonas de Vida según Holdridge

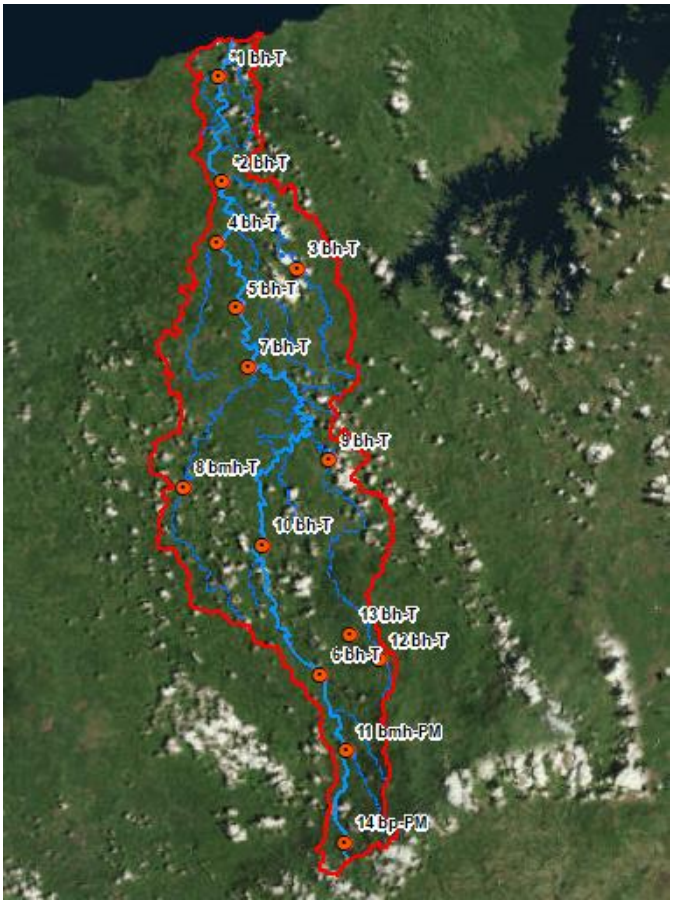


El sistema de Holdridge para la clasificación de zonas de vida se basa en los siguientes tres parámetros principales:

- Biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0 °C y los 30 °C, de modo que la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento, y en el que las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0 °C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas.
- Precipitación anual en mm (en escala logarítmica);
- Relación de la evapotranspiración potencial (EPT): que es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual, es un índice de humedad que determina las provincias de humedad («humidity provinces»).

Para la determinación de las zonas de vida de la cuenca del río Indio se utilizaron como referencia los 14 sitios que formaron parte de la campaña de aforo realizada durante el mes de octubre de 2017. En la figura 4-30, se presenta la ubicación de los 14 sitios de aforo y la clasificación de zona de vida según Holdridge para la cuenca del río Indio.

Figura 4-30
Sitios de aforo y clasificación de zonas de vida en los sitios de aforo utilizados como referencia



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Para poder utilizar el diagrama de Holdridge de clasificación de zonas de vida se estimaron variables que forman parte del ciclo hidrológico en los 14 sitios de aforo, como son la temperatura, la biotemperatura, evapotranspiración potencial, precipitación, entre otras. En la tabla 4-17, se presentan los sitios con la clasificación de zonas de vida para todos estos puntos en la cual se valida que la clasificación realizada en el Atlas Ambiental corresponden a esta zona. En el mapa 10 se presentan las Zonas de Vida en función de los resultados del análisis según el método de Holdridge el cual guardas las mismas clasificaciones que en el mapa de Atlas Ambiental[7] de la República de Panamá.

[7] Atlas Ambiental elaborado por el Ministerio de Ambiente en el año 2010.

Tabla 4-17
Clasificación de Zonas de Vida según Holdridge en los 14 sitios de aforo que forman parte de la campaña de aforo de la cuenca del río Indio

Punto	Río y sitio	X	Y	Latitud (Grados)	T prom (°C)	BioTemp Calc. (°C)	ETP (mm)	Prec. (mm)	ETP/P	Zona de Vida	Siglas
1	Río Indio a 200 m aguas arriba de El Charcón	588344	1013690	9,1695	25,98	24,901	1453	2977	0,49	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
2	Río La Encantada en La Encantada	588608	1005817	9,0976	25,95	24,912	1454	3037	0,48	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
3	Río La Encantada en Las Cruces	594303	999206	9,0384	25,83	24,922	1458	2857	0,51	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
4	Río Jobo a 250 m de su desembocadura en Río Indio	588194	1001201	9,0565	25,98	24,915	1455	3084	0,47	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
5	Río Indio en Dominical	589657	996220	9,0115	25,94	24,922	1455	3037	0,48	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
6	Río Indio en Los Chorros	595984	968473	8,7604	24,63	24,526	1467	2486	0,59	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
7	Río Indio en Boca de Uracillo	590528	991756	8,9711	25,91	24,928	1456	2995	0,49	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
8	Río Uracillo en Las Marías	585602	982652	8,8888	25,24	24,829	1468	3212	0,46	Bosque Muy Húmedo Tropical	bmh-T
9	Río Teria en Tres Hermanas	596637	984687	8,907	25,67	24,925	1462	2745	0,53	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
10	Río Indio en Claras Abajo	591649	978319	8,8495	25,14	24,794	1469	2660	0,55	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
11	Río Jordanal aguas arriba de la carretera	597925	962756	8,7086	23,88	23,878	1447	3335	0,43	Bosque Muy Húmedo Premontano	bmh-PM
12	Río Teria Nacimiento	600469	969616	8,7706	24,55	24,471	1465	2552	0,57	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
13	Río Teriacito en Bajo Grande	598175	971569	8,7883	24,82	24,640	1468	2388	0,61	Bosque Húmedo Tropical	bh-T
14	Río Indio en Altos de la Mesa	597877	955795	8,6457	22,32	21,597	1346	4409	0,31	Bosque Pluvial Premontano	bp-PM

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

4.1.6 Hidrología

Morfometría de la cuenca del río Indio

La morfometría es la ciencia que estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas, ordenándolas sistemáticamente e investigando sus orígenes y desarrollo. Las principales características que forman parte de la geomorfología de una cuenca son su tamaño, forma, orientación, relieve, entre otras.

Las aguas superficiales, en particular los ríos, que forman parte de la geomorfología de una cuenca, representan mucho más que un sistema de drenaje, son agentes modeladores de la superficie terrestre, los cuales generan una gran variedad de formas de relieve.

Para describir la morfometría de una cuenca hidrográfica es importante definirla como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventualmente hacia el mar hacia una única desembocadura, estuario o delta.

Las cuencas hidrográficas se dividen a su vez en subcuencas, que son la superficie del terreno que vierte a un determinado punto de un curso de agua (generalmente un lago o una confluencia de ríos). La cuenca hidrográfica de la cuenca del río Indio (cuenca No. 111), en función de la evacuación de las aguas puede clasificarse como una cuenca exorreica, es decir, que sus aguas desembocan hasta el mar (Precipitación > Evapotranspiración). En la figura 4-31 se presenta la representación de una cuenca hidrográfica según Strahler (1975).

Figura 4-31
Representación de la forma de una cuenca hidrográfica

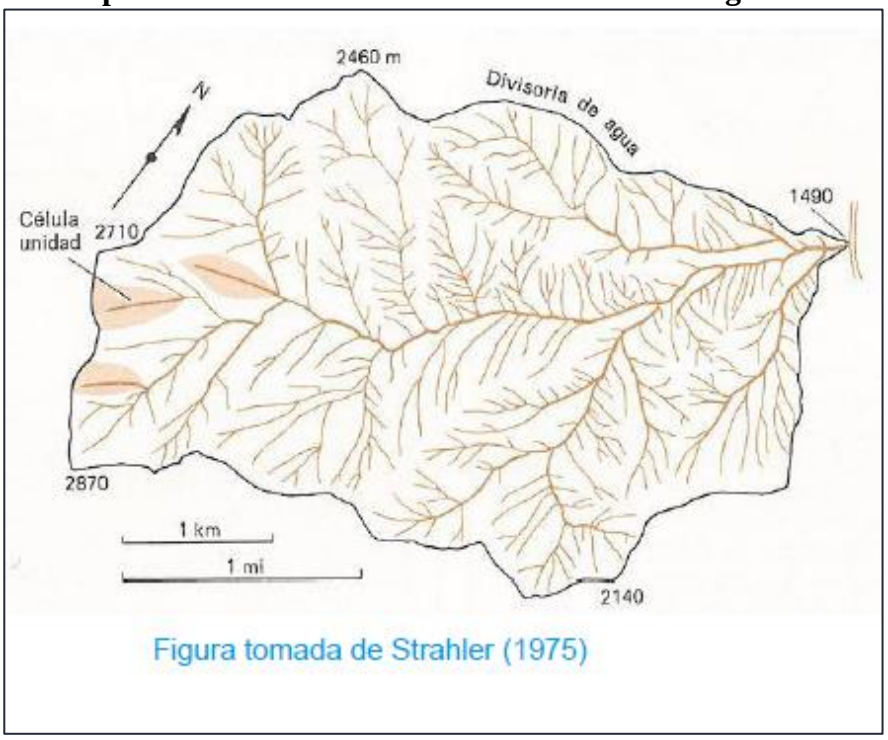


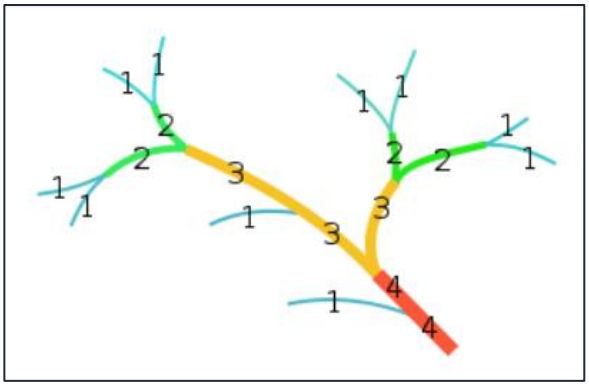
Figura tomada de Strahler (1975)

En los siguientes puntos se definirán características geomorfológicas de la cuenca del río Indio como el número de orden, la relación de bifurcación, densidad de drenaje, factor de forma y la clasificación de las principales subcuencas.

Número de orden de la cuenca

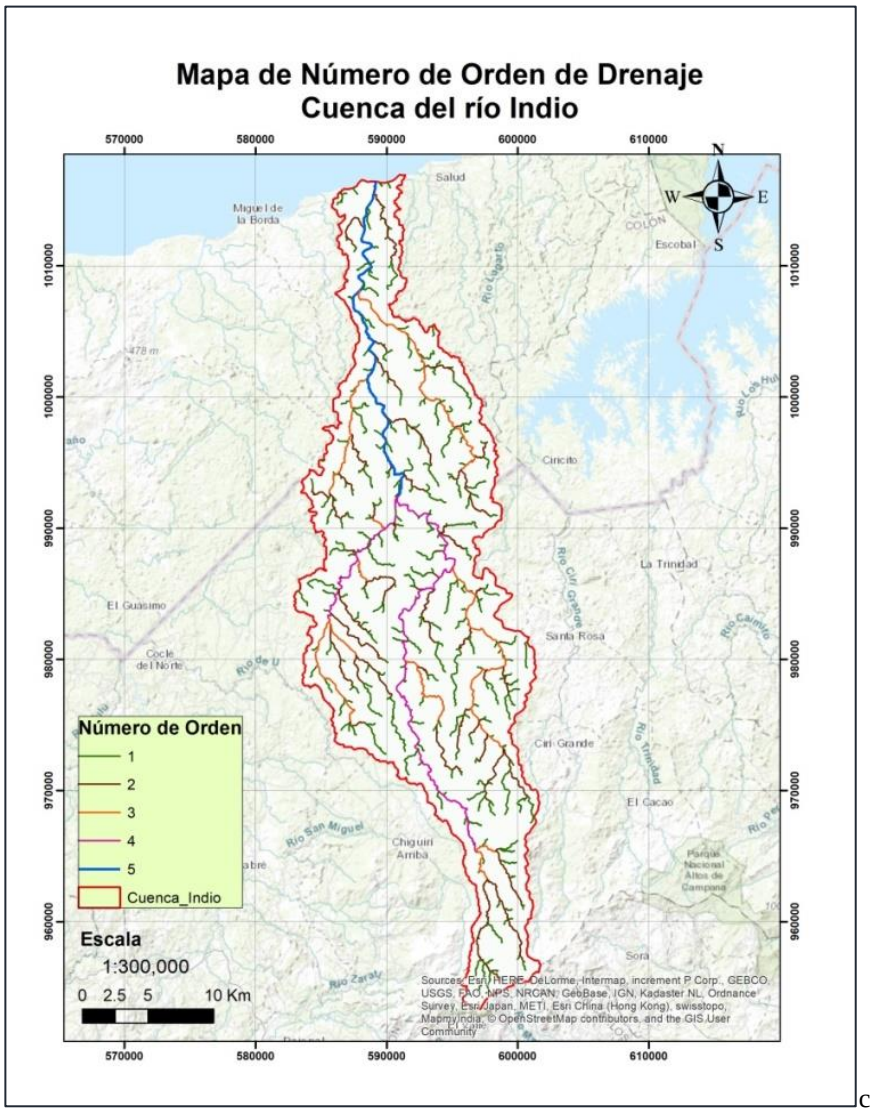
El número de orden es una característica que corresponde al orden en que dan origen los drenajes que forman parte de una cuenca y como van confluyendo a lo largo de la cuenca. La clasificación según Strahler, propone que cada cauce no ramificado, desde su punto de origen hasta su primer punto de confluencia recibe el nombre de primer orden. Luego, la confluencia de dos cauces de primer orden producen un segmento de segundo orden, la unión de dos segmentos de segundo orden generan un segmento de tercer orden y así sucesivamente (ver figura 4-32).

Figura 4-32
Principio de la clasificación del número de orden de una cuenca según Strahler



Aplicando la clasificación de Strahler y la implementación de herramientas SIG se generan 5 números de orden para la cuenca del río Indio, los cuales se presentan en mapa de la figura 4-33.

Figura 4-33
Clasificación del número de orden en la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Relación de bifurcación

La ley de bifurcación o ley de Horton, es una variable morfométrica de la cuenca elaborada por Horton (1945) y luego mejorada por Strahler (1964), la cual determina la relación existente entre los segmentos de un orden determinado y el orden inmediatamente superior. La ecuación se expresa de la siguiente forma:

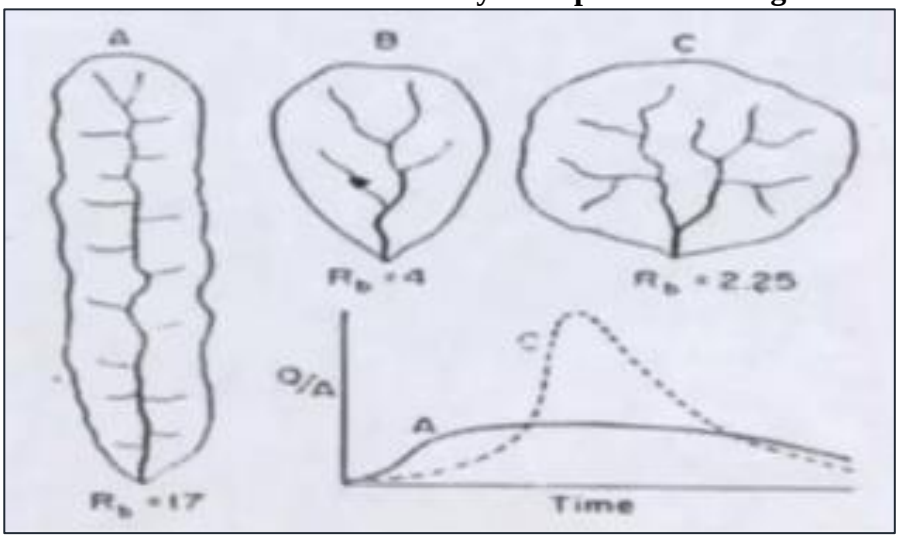
$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

Donde,
Rb = Es la relación de bifurcación.
U = Es el orden del drenaje.

Nu = Es el número de orden.

La relación de bifurcación, tiene una influencia en la escorrentía superficial dentro de una cuenca, en donde a menor valor de Rb mayor será la respuesta hidrológica con caudales picos altos y para un mayor valor de Rb su respuesta hidrológica más débil, con hidrogramas de forma más achatada. En la figura 4-34 se presenta la relación entre la bifurcación y la respuesta hidrológica mediante la escorrentía superficial[8]. En la tabla 4-18 se presenta la relación de bifurcación de la cuenca del río Indio, cuyo valor promedio es de 2.12, lo indicaría que la respuesta hidrológica de los drenajes que forman parte de la cuenca puede ser alta en determinado evento.

Figura 4-34
Relación entre la bifurcación y la respuesta hidrológica



Fuente: Strahler, 1975

Tabla 4-18
Relación de bifurcación de la cuenca del río Indio

Nu	Cantidad	Rb
1	576	2.69
2	214	2.49
3	86	0.49
4	175	2.82
5	62	
		2.12

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

[8] Fuente: Strahler 1964.

Densidad de la red de drenaje

Horton (1945) definió la densidad de drenaje de una cuenca como el cociente entre la longitud total de los cauces que forman parte del sistema fluvial de una cuenca, expresados en kilómetros y el área total de la cuenca en kilómetros cuadrados. La ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$D = \frac{Lt}{A}$$

En donde,
D = Densidad de la Red de Drenaje (Km/Km^2).
Lt = Longitud total de los cauces de la cuenca (Km).
A = Área de drenaje total de la cuenca (Km^2).

La longitud total de los drenajes fluviales que forman parte de la cuenca equivale aproximadamente a 923 Km y el área de la cuenca del río Indio es de 579.79 Km^2, por lo que al aplicar la ecuación se obtiene una densidad de 1.59. Según la interpretación de los datos según Delgadillo y Paez (2008), correspondería a una categoría de densidad moderada (Ver tabla 4-19).

Tabla 4-19
Categorías de densidad de drenaje según Delgadillo y Paez (2008)

Densidad de Drenaje (Km/Km^2)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy Alta

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Factor de Forma

Uno de los índices más utilizados para definir la forma de la cuenca es el de relación o forma de Horton, expresado de la siguiente forma:

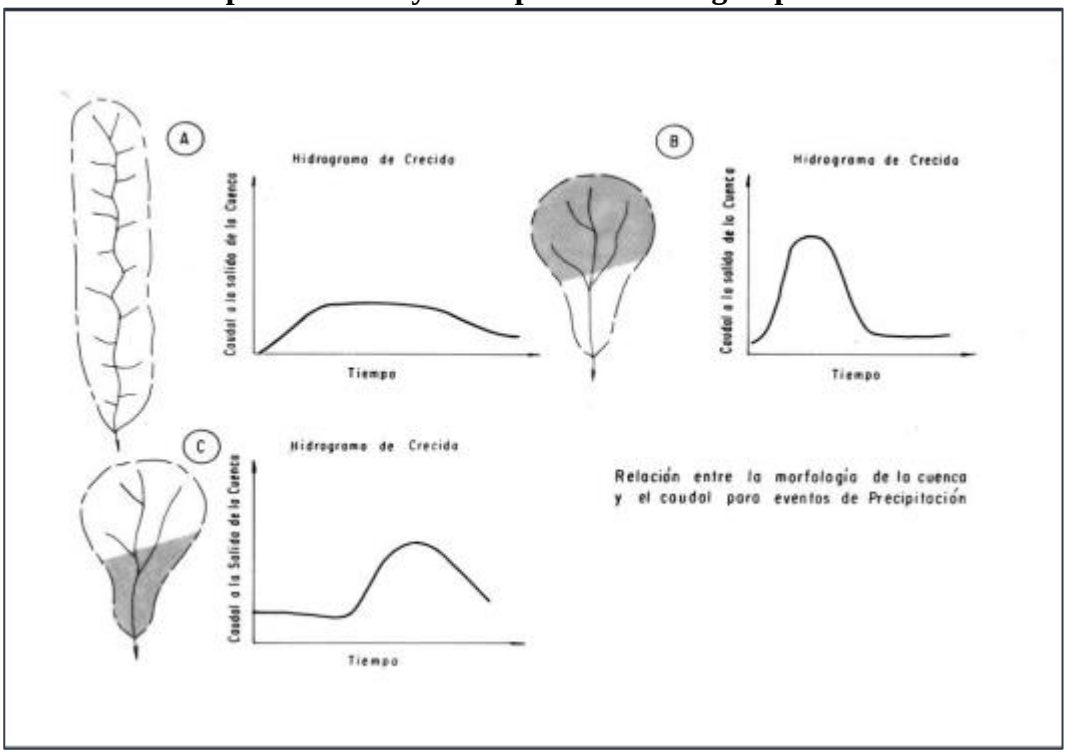
$$Rf = \frac{A}{La^2}$$

En donde,
Rf = Factor de forma.
A = Área de la cuenca en Km2.
La = Longitud axial en Km.

En la figura 4-35 se presenta la diferencia entre la forma de algunas cuencas hidrográficas y cómo influye la misma dentro de la respuesta hidrológica ante un evento determinado. La

longitud axial de la cuenca es de aproximadamente 63 Km y con un área total de 579.79 Km^2, la relación de forma sería de 0.15 lo que indica tal como visualmente se puede ver de la cuenca del río Indio que su forma es muy alargada (Ver tabla 4-20).

Figura 4-35
Diferentes tipos de forma y su respuesta hidrológica para una cuenca



Fuente: Bell 1999

Tabla 4-20
Categorías del factor de forma de una cuenca

Valores aproximados	Forma de la cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.30	Alargada
0.30 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 - 0-80	Ensanchada
0-80 - 1-20	Muy ensanchada
> 1.20	Rodeando el drenaje

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

División de Subcuencas de río Indio

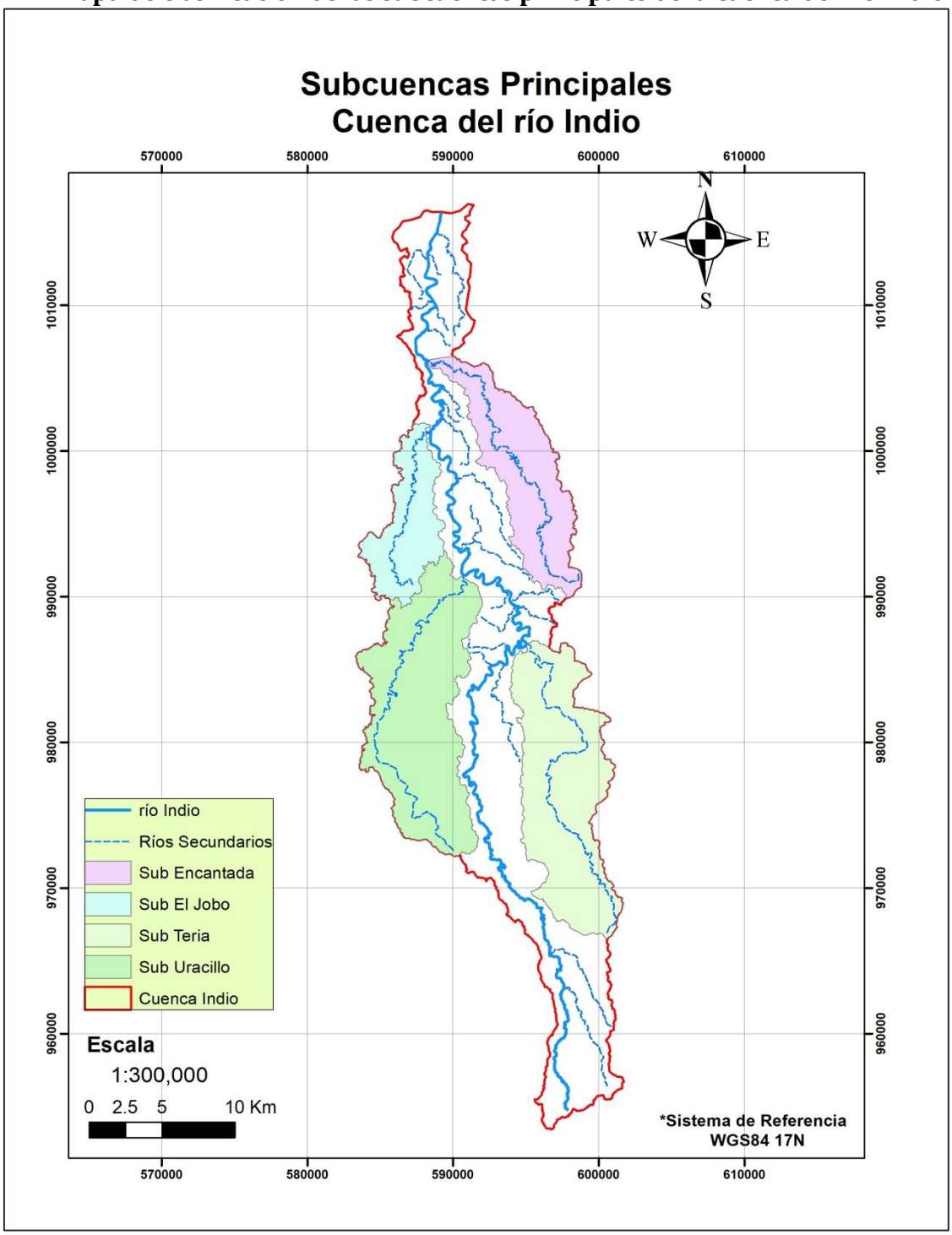
La clasificación de la división las subcuencas de río Indio fue delimitada en función de los ríos secundarios principales que confluyen con el río Indio en la parte baja, media y alta de la cuenca. De igual forma se tomó como referencia aquellos drenajes que forman parte de la campaña de aforos de la línea base ambiental. Los ríos secundarios son los siguientes: río la Encantada, río El Jobo, río Uracillo y río Teriá. En la tabla 4-21 se presentan las 4 subcuencas de los ríos secundarios ya mencionados con sus respectivas áreas y longitudes de drenaje. La cuenca del río Indio tiene un área total de 579.79 Km^2 y una longitud de drenaje de 99.72 Km. En la figura 4-36 se presenta el mapa con la ubicación de las cuatro subcuencas principales de la cuenca del río Indio.

Tabla 4-21
Subcuencas y sus características principales de la cuenca del río Indio

Subcuenca	Río principal	Área (Km^2)	Longitud de drenaje (Km)
La Encantada	La Encantada	62.57	34.65
El Jobo	El Jobo	38.14	19.44
Uracillo	Uracillo	108.52	32.46
Teriá	Teriá	97.3	32.42

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Figura 4-36
Mapa de clasificación de las subcuencas principales de la cuenca del río Indio

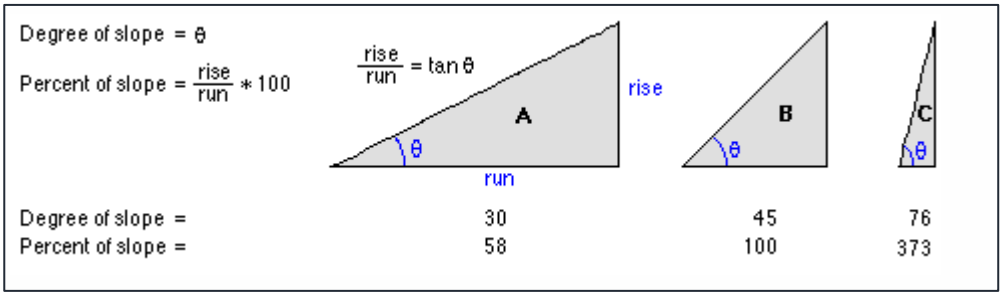


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Pendiente

La pendiente se define como la tasa máxima de cambio entre dos puntos, asociando la diferencia entre las elevaciones y la distancia existente entre ellos. Puede ser calculada y determinada con unidades de metros sobre metros (m/m) o también puede como el cálculo del ángulo existente por la hipotenusa formada entre la diferencia de elevación y la distancia entre los puntos (ver figura 4-37). En el mapa 11 se presenta la variación del Mapa de Pendientes a lo largo de la cuenca del río Indio. La pendiente es generada utilizando una herramienta de ArcGIS que permite calcular la pendiente en función del modelo digital de elevación (MDE) de la cuenca del río Indio, cuya resolución espacial es de 10 metros.

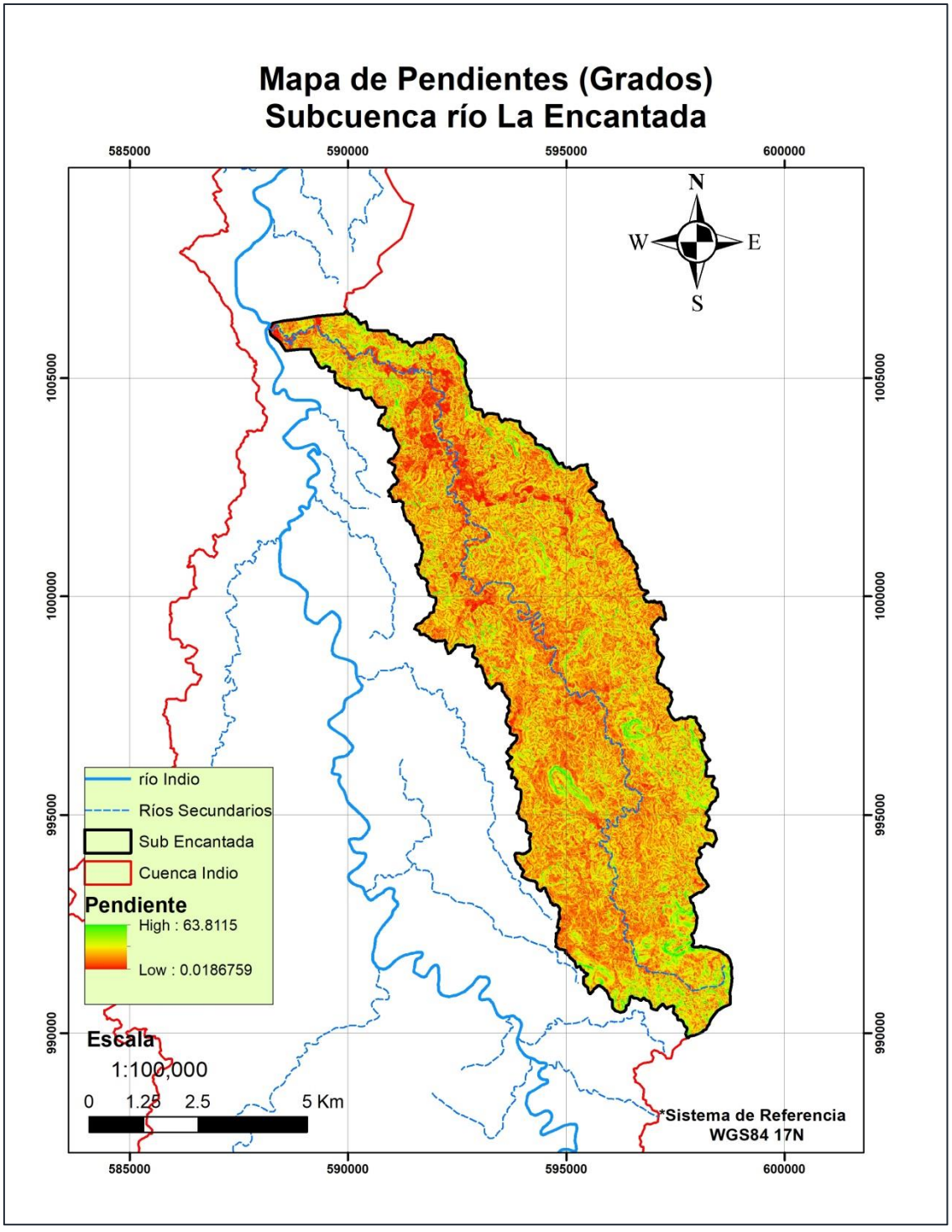
Figura 4-37
Estimación de la pendiente en grados y porcentaje.



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

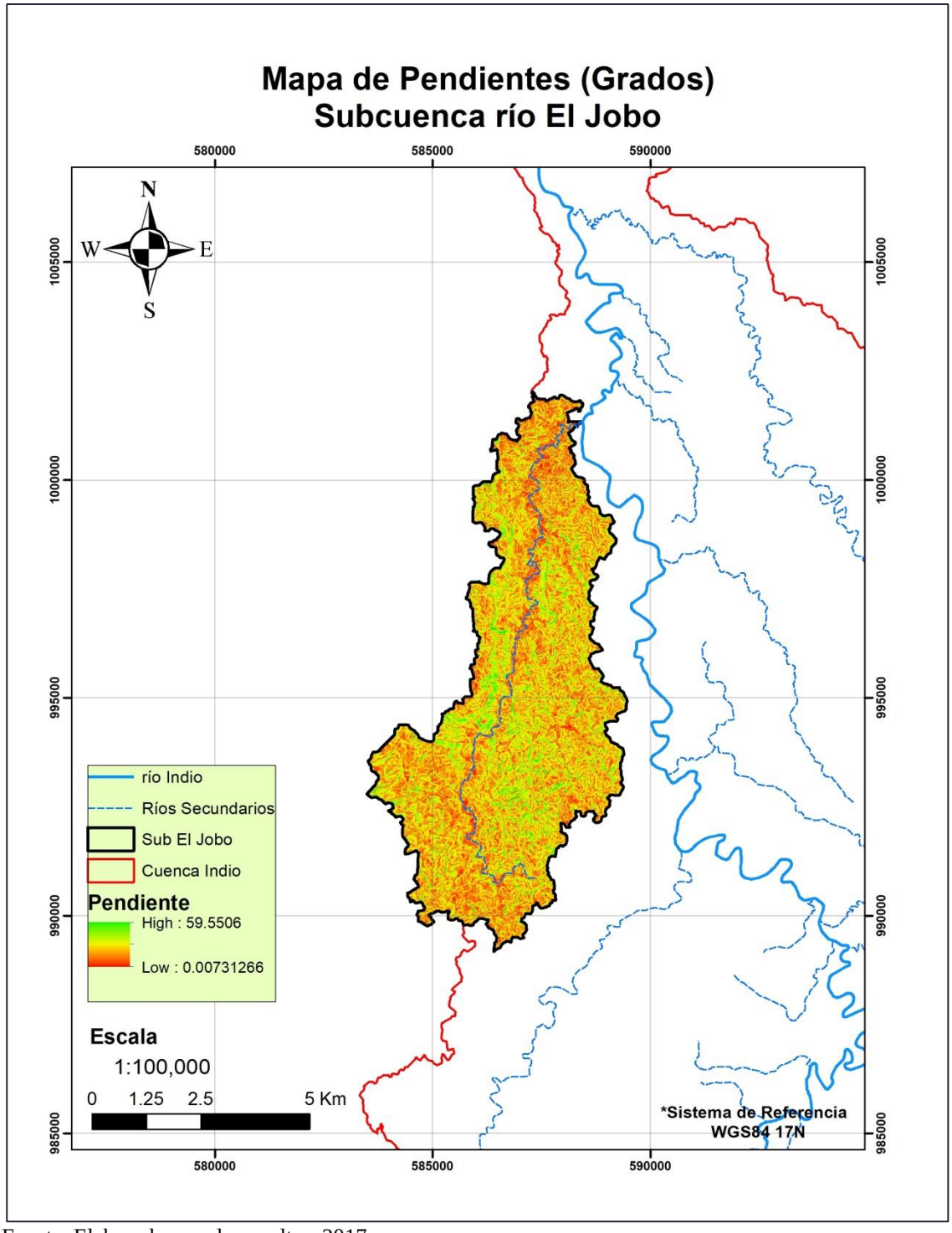
En las figuras 4-38, 4-39, 4-40 y 4-41, se presentan los mapas de pendientes de las subcuencas de los ríos secundarios principales de la cuenca del río Indio, que permite tener una mejor apreciación de la pendiente en diferentes sitios de la cuenca del río Indio.

Figura 4-38
Mapa de pendientes de la subcuenca del río La Encantada



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

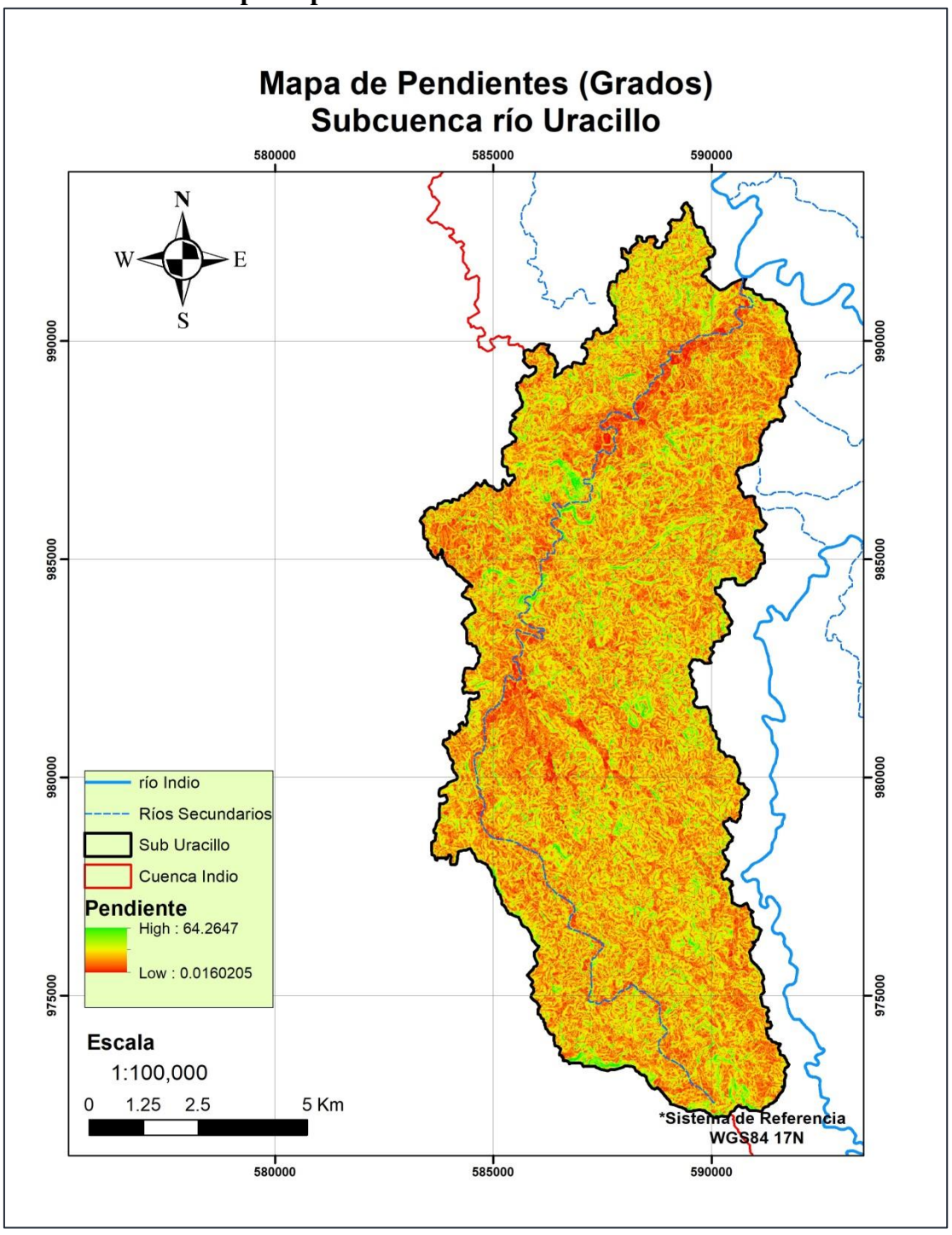
Figura 4-39
Mapa de pendientes de la subcuenca del río El Jobo



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

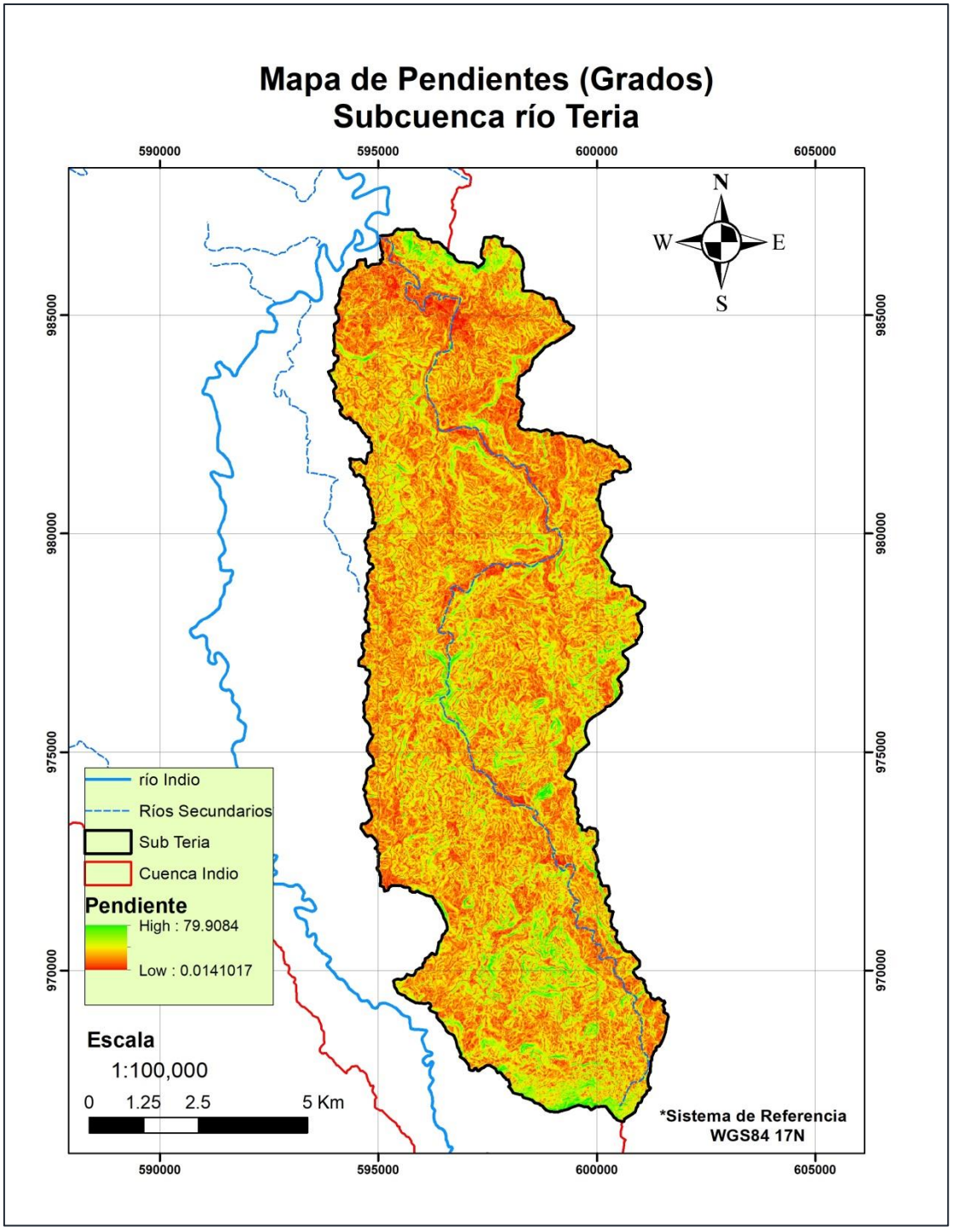
Figura 4-40

Mapa de pendientes de la subcuenca del río Uracillo



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-41
Mapa de pendientes de la subcuenca del río Teriá



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

4.1.6.1 Régimen Hidrológico

El régimen hidrológico de la cuenca del río Indio guarda relación con el régimen pluviométrico de forma espacial y temporal. En función de las dos estaciones relacionadas principalmente por la precipitación, marcadas bajo una estación seca (enero-abril) y una estación lluviosa (mayo-diciembre), se registran generalmente los caudales de menor magnitud durante la estación seca presentándose una recesión de caudales, con aumento en los caudales durante la estación lluviosa y los eventos extremos de mayor importante durante el mes de noviembre.

La cuenca del río Indio, cuenta con un régimen hidrológico natural que hasta el momento no se ha visto intervenido por el desarrollo de proyecto alguno que presente alteraciones en los caudales del río Indio y sus afluentes principales: La Encantada, El Jobo, Uracillo y Teriá. Con base en los parámetros morfométricos como la densidad de los drenajes y el factor de forma, se puede indicar que siendo una cuenca de forma alargada, las crecidas que puedan generarse y que históricamente se han dado son de gran importancia. Los caudales picos en cuencas alargadas tienden a ser mayores, con tiempos de concentración altos, por tanto su respuesta hidrológica podría no ser inmediata, pero también dependería de la localización geográfica de un determinado evento.

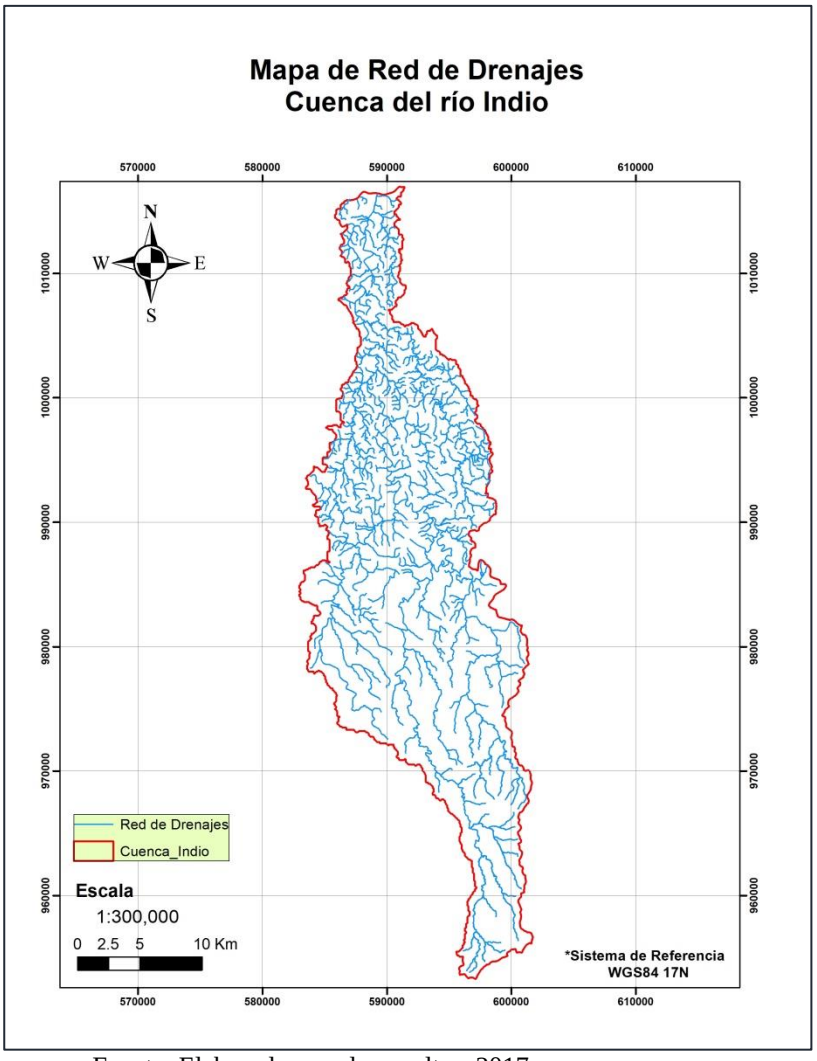
Históricamente la cuenca del río Indio ha tenido registros de medición discontinuas inicialmente con la estación hidrológica Indio Limón (Limnimétrica) operada por el IRHE en el período (1958-1980) en las coordenadas de latitud norte 08°38’00’’ y longitud oeste 80°21’00’’ y luego con la estación Indio Boca de Uracillo (Limnigráfica) operada desde el año 1979 hasta el año 1999, pero con información faltante. Luego, se reactiva la estación de Boca de Uracillo por un período y se instalan nuevas estaciones como son Las Marías, Tres Hermanas y el Silencio, pero con período cortos. Parte de los análisis que se detallaran en los siguientes puntos tratan de tener un enfoque de como es el régimen en la cuenca del río Indio en los diferentes afluentes principales de la cuenca.

Durante la campaña de aforos de la estación lluviosa y las visitas a campo realizadas durante los meses de octubre y diciembre del 2017, no se identificaron sistemas lénticos[9] en las inmediaciones de los sitios que fueron aforados, ni durante el trayecto realizado utilizando las fuentes hídricas como transporte. De igual forma en función de las variables morfométricas estimadas para la cuenca del río Indio, se define el sistema como lótico[10]. En la figura 4-42 se presenta el mapa de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica del río Indio.

Figura 4-42

[9] Sistema Léntico: Son cuerpos de agua cerrados en donde no existe la circulación del flujo, ni corrientes de agua, generalmente en lagos, lagunas, esteros y pantanos.
[10] Sistema Lótico: Sistemas de drenaje en donde se da el movimiento del agua en arroyos, ríos y quebradas por el efecto de la gravedad.

Red de drenajes en la cuenca del río Indio (Mapa Escala 1:300,000)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Extensión de serie de caudales mensuales (1987-2016)

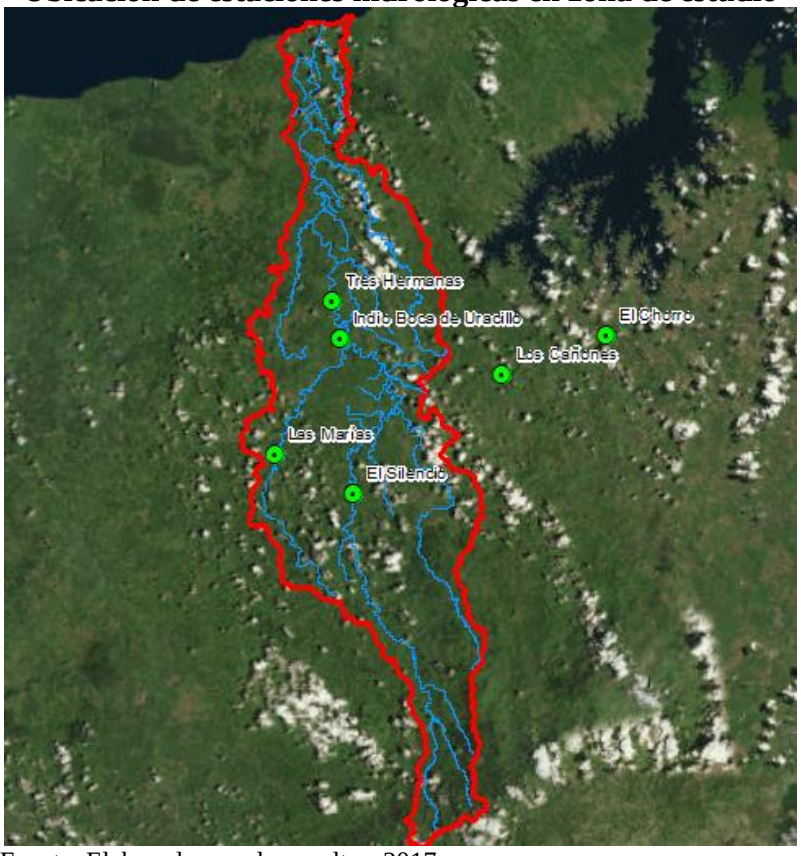
Para el análisis de caudales se utilizaron seis (6) estaciones hidrológicas, operadas por ETESA y ACP, con registros de caudales a nivel diario y en algunos casos a nivel mensual. En la tabla 4-22 se presenta el listado de las estaciones hidrológicas utilizadas para el análisis hidrológico en la cuenca del río Indio y en cuencas vecinas, y en la figura 4-43 se presenta la ubicación de las estaciones hidrológicas con referencia a la cuenca del río Indio.

Tabla 4-22
Estaciones Hidrológicas de referencia

#	Estación	Desde	Hasta
1	El Chorro	01/01/1987	12/31/2016
2	Los Cañones	01/01/1987	12/31/2016
3	Boca de Uracillo	01/01/1987	12/31/1994
3.1	Boca de Uracillo	01/01/2004	12/31/2006
4	Las Marías	01/01/2005	12/31/2005
5	Tres Hermanas	01/01/2004	12/31/2006
6	El Silencio	01/01/2006	12/31/2006

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-43
Ubicación de estaciones hidrológicas en zona de estudio



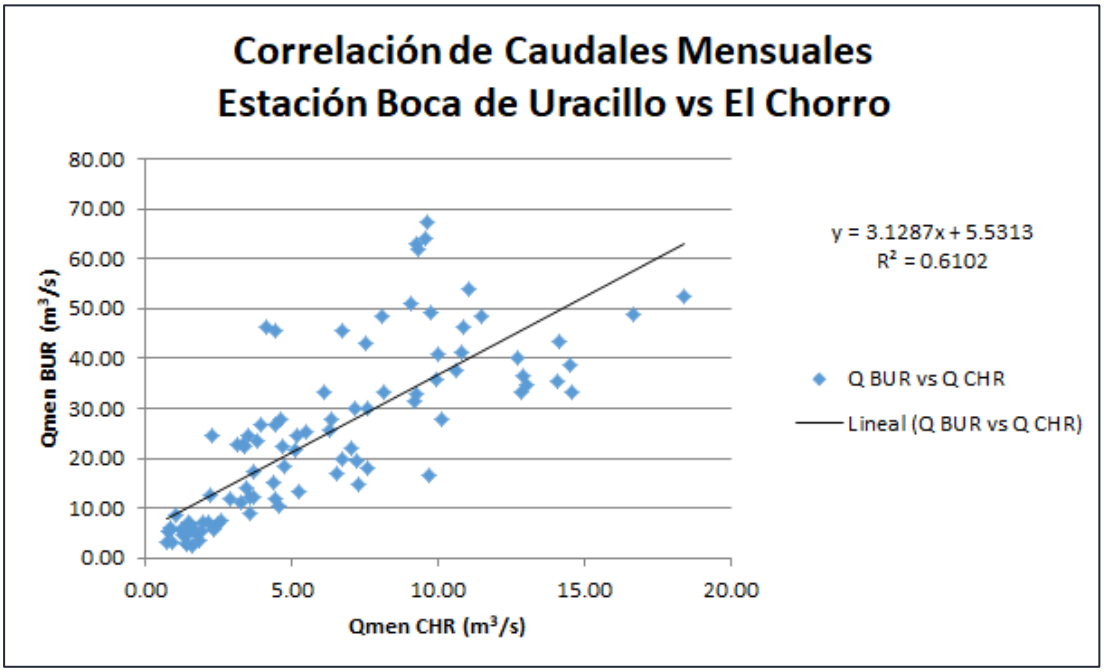
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Correlación de caudales

Se aplicaron las correlaciones de caudales mensuales de la serie completa de datos de las estaciones El Chorro y Los Cañones para el período 1987-2016, con respecto a la estación Boca de Uracillo en el período cuyo registro de datos era homogéneo con las estaciones que forman parte de la cuenca contigua del Canal de Panamá (cuenca No. 115).

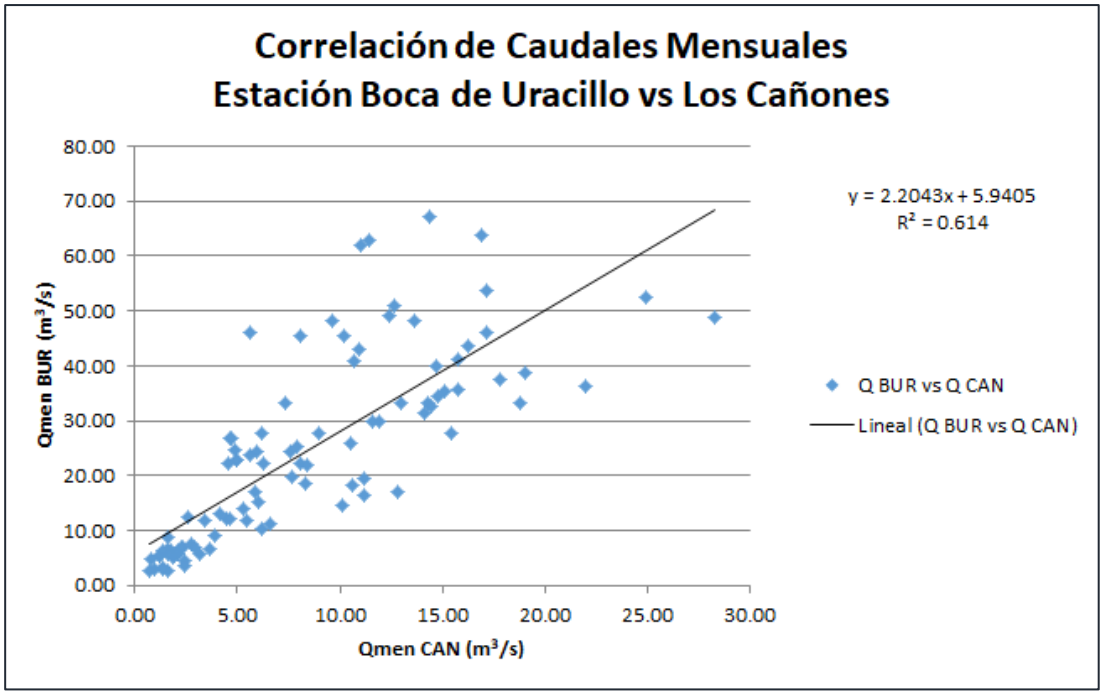
La estación Boca de Uracillo que inicialmente fue operada por el IRHE (1980-2000) y que luego fue operada por la ACP (2005-2007), es la que mayores registros de datos de caudales tiene. En los datos del IRHE existe un vacío o datos faltantes desde el año 1995-2000, por lo que se deben completar estos períodos, al igual que los períodos 2001-2004 y 2008-2015. El período de correlación utilizado corresponde desde el año 1987 hasta el año 1994, en las gráficas 4-22 y 4-23, se presentan los gráficos de correlación lineal entre la Estación Boca de Uracillo vs El Chorro, y la Boca de Uracillo vs Los Cañones respectivamente. Se da una mejor correlación entre la Estación de Boca de Uracillo y la Estación Los Calones, con un coeficiente R^2 = 0.614, por lo que será utilizada para completar los caudales mensuales faltantes en Boca de Uracillo.

Gráfica 4-22
Correlación lineal entre Boca de Uracillo y El Chorro (1987-1994)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-23
Correlación lineal entre Boca de Uracillo y Los Cañones (1987-1994)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Correlación por área y precipitación

Una vez que se completó la serie de caudales de la Estación Boca de Uracillo, se implementó el método de relación por área y precipitación, que se utiliza para completar datos de una estación hidrológica con datos faltantes en función de otra estación que cuente con el registro de datos completos. La ecuación se presenta a continuación:

$$Qa = \left(\frac{Aa}{Ab}\right) * \left(\frac{Pa}{Pb}\right) * Qb$$

En donde:
Qa = Caudal de la Estación con datos faltantes.
Aa = Área de drenaje de la Estación con datos faltantes.
Ab = Área de drenaje de la Estación con datos completos.
Pa = Precipitación de la zona correspondiente a Aa.
Pb = Precipitación de la zona correspondiente a Ab.
Qb = Caudal de la Estación con datos completos.

En la tabla 4-23 se presentan las áreas de drenaje en Km^2 y la precipitación promedio correspondiente las áreas de drenaje en función de las estaciones hidrológicas de estudio.

En la tabla 4-24 se presenta un resumen del caudal promedio mensual para el período 1987-2016 de las 6 estaciones hidrológicas utilizadas como referencia y en el Apéndice F en el anexo 4, se presentan los caudales mensuales de forma anual.

Tabla 4-23
Datos de área y precipitación de Estaciones Hidrológicas de referencia

Estación	El Chorro	Los Cañones	Boca de Uracillo	Las Marías	Tres Hermanas	El Silencio
Area (Km^2)	174	186	365	46.7	383	111
Prec. (mm)	2,212	2,528	2,862	2,718	2,862	2,718

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-24
Caudales promedio mensuales de estaciones hidrológicas de referencia (1987-2016)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
El Chorro	4.21	2.05	1.33	1.45	4.38	5.83	6.38	7.98	10.25	11.83	14.02	9.58	6.61
Los Cañones	5.85	2.65	1.79	2.04	5.96	8.70	9.10	11.36	13.80	15.75	18.94	13.71	9.14
Boca de Uracillo	16.63	9.94	7.15	8.83	18.11	24.79	25.11	29.25	36.24	42.07	50.32	36.25	25.39
Las Marías	2.01	1.20	0.85	1.07	2.06	2.92	2.95	3.47	4.35	5.07	6.01	4.28	3.02
Tres Hermanas	17.31	10.21	7.23	9.18	18.61	25.33	25.32	29.94	37.28	44.00	51.06	36.18	25.97
El Silencio	4.70	2.81	2.03	2.56	5.31	7.21	7.30	8.38	10.37	12.05	14.73	10.41	7.32

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Caudales mensuales en ríos principales

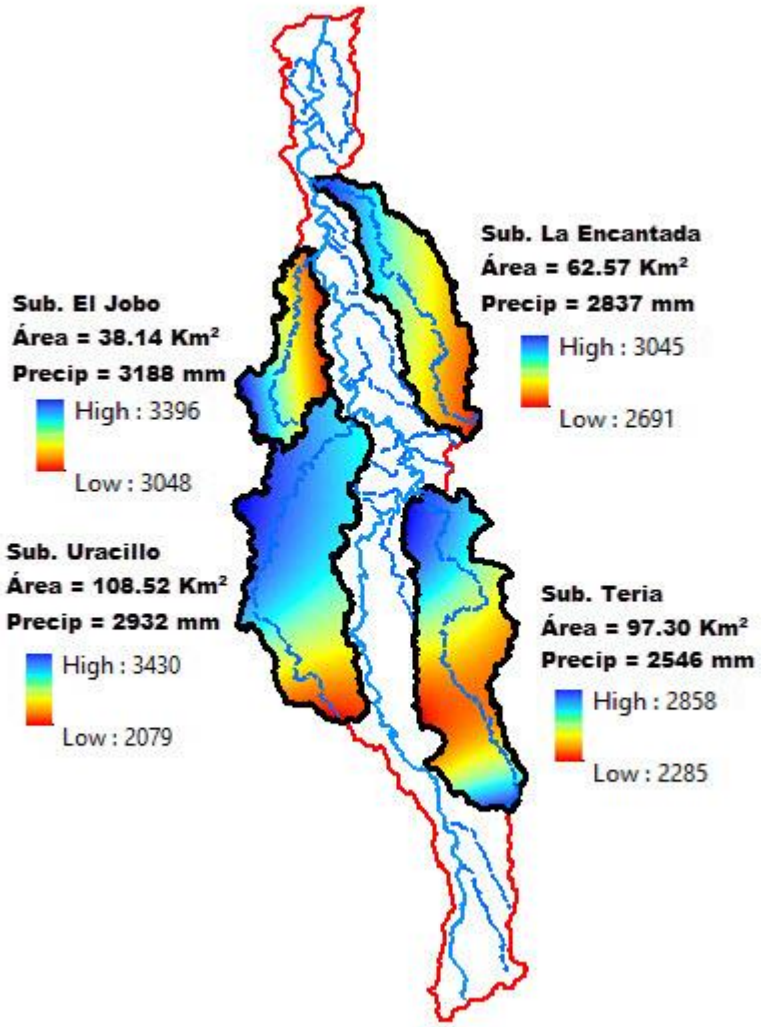
Para poder completar la serie de caudales mensuales de los ríos principales (ríos Indio, La Encantada, El Jobo, Uracillo y Teriá) fue requerido hacer la correlación por área y precipitación, por lo que se requiere obtener los valores de estos parámetros para dichas subcuencas. En la tabla 4-25 se presentan las áreas y precipitaciones correspondientes a las subcuencas para completar los datos para el período 1987-2016 y en la figura 4-44 la distribución espacial de la lluvia en las subcuencas de estudio. A la cuenca de río Indio, con un área tributaria de 579.79 Km^2, se le estimó una precipitación media anual de 2,903 mm.

Tabla 4-25
Datos de área y precipitación de subcuencas principales en la cuenca del río Indio

Subcuenca	Río principal	Área (Km^2)	Precipitación (mm)
La Encantada	La Encantada	62.57	2,837
El Jobo	El Jobo	38.14	3,188
Uracillo	Uracillo	108.52	2,932
Teriá	Teriá	97.3	2,546

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-44
Precipitación promedio anual subcuencas principales (1987-2016)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Una vez que se obtuvieron los parámetros requeridos para la correlación por área y precipitación en las subcuencas principales, se procedió a estimar los caudales promedios mensuales tomando como referencia la Estación de Boca de Uracillo, que a su vez fue completada en los períodos faltantes con la Estación de Los Cañones en río Cirí Grande. Al igual que en la metodología de Balance Hídrico con los SIG, la estimación del caudal en los ríos principales que forman parte de la cuenca del río Indio siempre tendrá un grado de incertidumbre en función de la falta de información, de la necesidad de completar datos mediante la correlación existentes con datos registrados y de las falta de mediciones esporádicas en algunas de las fuentes que forman parte del análisis. El caudal promedio para el período de análisis para la cuenca del río Indio estimado es de 34.77 m^3/s, para la subcuenca del río La Encantada es de 4.31 m^3/s, para la subcuenca del río El Jobo de 2.89 m^3/s, para la subcuenca del río Uracillo de 9.12 m^3/s y para la subcuenca de Teriá de 6.05 m^3/s. En las tablas 4-26 a 4-30 se presentan los caudales promedio mensuales de las subcuencas de estudio para el período 1987-2016.

Tabla 4-26
Caudales promedio mensuales en m^3/s cuenca del río Indio (1987-2016), área de drenaje 579.8 km^2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1987	10.27	7.00	3.93	3.56	16.21	32.36	34.45	45.33	45.59	72.06	56.03	30.26	29.75
1988	17.19	9.24	6.58	3.86	18.04	25.32	38.01	48.94	47.34	49.82	73.68	41.09	31.59
1989	20.78	9.30	6.37	4.32	33.81	23.51	35.28	38.08	44.87	87.46	63.26	84.93	37.66
1990	14.10	7.90	9.61	4.28	19.13	26.96	20.11	24.95	52.89	66.87	45.63	56.33	29.06
1991	12.51	7.44	5.06	7.54	36.59	38.14	36.71	63.18	59.00	51.41	43.20	26.52	32.27
1992	16.06	8.82	7.45	11.90	15.24	40.92	29.89	23.15	48.42	67.47	86.08	45.33	33.39
1993	16.55	9.61	7.83	8.57	31.22	62.45	33.41	30.42	66.15	91.93	168.66	69.64	49.70
1994	16.55	9.61	7.83	8.57	31.22	62.45	33.41	30.42	66.15	54.87	59.58	22.68	33.61
1995	64.26	39.28	2.39	12.22	21.54	53.66	18.56	16.68	59.13	97.66	76.14	72.29	44.48
1996	17.31	10.95	3.77	16.85	0.84	7.83	62.89	39.86	61.66	78.32	2.72	4.13	25.59
1997	7.00	5.79	3.93	5.38	17.44	10.04	17.08	15.50	24.39	48.25	36.28	17.71	17.40
1998	14.54	11.18	9.98	11.09	16.60	24.16	36.91	31.17	32.37	54.27	34.06	48.52	27.07
1999	26.61	16.65	15.81	17.08	35.58	48.47	34.42	72.27	90.95	47.80	70.49	90.03	47.18
2000	46.12	23.10	15.89	14.51	32.44	59.06	37.01	36.80	44.56	34.94	44.88	37.37	35.56
2001	27.89	15.97	13.38	11.63	16.42	34.69	26.47	27.85	40.18	52.63	59.84	49.97	31.41
2002	38.69	17.40	13.52	27.86	23.40	29.72	47.13	59.59	60.14	51.27	98.34	34.01	41.76
2003	17.95	13.65	11.43	11.85	30.71	37.17	42.66	51.74	48.60	79.49	94.48	81.69	43.45
2004	24.46	11.43	6.23	7.31	34.37	17.65	22.88	37.97	33.94	50.23	57.92	24.43	27.40
2005	17.68	10.02	6.31	13.28	16.15	24.14	25.65	35.46	40.37	39.44	29.99	17.84	23.03
2006	11.64	6.76	5.10	8.23	23.51	23.87	42.35	49.33	41.02	24.68	114.11	39.26	32.49
2007	21.47	14.29	11.63	15.38	59.76	51.62	55.00	55.94	56.80	61.47	67.45	62.58	44.45
2008	27.71	17.58	12.84	11.16	11.60	19.56	36.48	55.98	53.58	40.54	73.80	46.64	33.96
2009	22.04	17.27	16.20	13.18	27.94	34.92	35.83	39.73	37.44	50.46	54.57	27.55	31.43
2010	16.78	13.67	12.89	15.94	25.76	36.48	42.51	53.06	51.31	47.54	84.02	140.70	45.05
2011	45.69	19.77	15.38	26.29	29.83	36.63	44.76	48.87	58.67	49.44	73.10	83.38	44.32
2012	27.50	16.26	13.37	24.11	32.80	30.06	34.50	58.11	60.51	62.28	147.45	67.23	47.85
2013	24.87	16.18	15.23	13.53	29.33	23.56	36.05	39.82	40.01	50.58	42.72	45.23	31.43
2014	20.57	14.64	11.86	12.01	18.42	34.06	17.66	24.47	44.30	56.31	62.53	46.07	30.24
2015	22.91	16.10	12.39	11.87	19.50	30.10	18.04	16.46	32.56	39.74	61.89	27.97	25.79
2016	15.51	11.74	9.66	9.31	18.83	39.05	35.62	30.83	46.15	69.39	84.64	47.86	34.88
Prom	22.77	13.62	9.79	12.09	24.81	33.95	34.39	40.06	49.63	57.62	68.92	49.64	34.77
Min	7.00	5.79	2.39	3.56	0.84	7.83	17.08	15.50	24.39	24.68	2.72	4.13	17.40
Max	64.26	39.28	16.20	27.86	59.76	62.45	62.89	72.27	90.95	97.66	168.66	140.70	49.70
Desv. Est.	12.11	6.47	4.21	6.10	10.70	14.01	10.74	14.81	13.19	17.00	33.22	28.00	8.28

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-27
Caudales promedio mensuales en m^3/s de la subcuenca del río La Encantada (1987-2016), área de drenaje 62.57 km^2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1987	1.27	0.87	0.49	0.44	2.01	4.02	4.28	5.62	5.66	8.94	6.95	3.75	3.69
1988	2.13	1.15	0.82	0.48	2.24	3.14	4.72	6.07	5.87	6.18	9.14	5.10	3.92
1989	2.58	1.15	0.79	0.54	4.19	2.92	4.38	4.72	5.57	10.85	7.85	10.54	4.67
1990	1.75	0.98	1.19	0.53	2.37	3.35	2.50	3.10	6.56	8.30	5.66	6.99	3.61
1991	1.55	0.92	0.63	0.94	4.54	4.73	4.55	7.84	7.32	6.38	5.36	3.29	4.00
1992	1.99	1.09	0.92	1.48	1.89	5.08	3.71	2.87	6.01	8.37	10.68	5.62	4.14
1993	2.05	1.19	0.97	1.06	3.87	7.75	4.15	3.77	8.21	11.41	20.93	8.64	6.17
1994	2.05	1.19	0.97	1.06	3.87	7.75	4.15	3.77	8.21	6.81	7.39	2.81	4.17
1995	7.97	4.87	0.30	1.52	2.67	6.66	2.30	2.07	7.34	12.12	9.45	8.97	5.52
1996	2.15	1.36	0.47	2.09	0.10	0.97	7.80	4.95	7.65	9.72	0.34	0.51	3.18
1997	0.87	0.72	0.49	0.67	2.16	1.25	2.12	1.92	3.03	5.99	4.50	2.20	2.16
1998	1.80	1.39	1.24	1.38	2.06	3.00	4.58	3.87	4.02	6.73	4.23	6.02	3.36
1999	3.30	2.07	1.96	2.12	4.41	6.01	4.27	8.97	11.29	5.93	8.75	11.17	5.85
2000	5.72	2.87	1.97	1.80	4.03	7.33	4.59	4.57	5.53	4.34	5,57	4.64	4.41
2001	3.46	1.98	1.66	1.44	2.04	4.30	3.28	3.45	4.99	6.53	7.42	6.20	3.90
2002	4.80	2.16	1.68	3.46	2.90	3.69	5.85	7.39	7.46	6.36	12.20	4.22	5.18
2003	2.23	1.69	1.42	1.47	3.81	4.61	5.29	6.42	6.03	9.86	11.72	10.14	5.39
2004	3.03	1.42	0.77	0.91	4.26	2.19	2.84	4.71	4.21	6.23	7.19	3.03	3.40
2005	2.19	1.24	0.78	1.65	2.00	3.00	3.18	4.40	5.01	4.89	3.72	2.21	2.86
2006	1.44	0.84	0.63	1.02	2.92	2.96	5.25	6.12	5.09	3.06	14.16	4.87	4.03
2007	2.66	1.77	1.44	1.91	7.41	6.40	6.82	6.94	7.05	7.63	8.37	7.76	5.52
2008	3.44	2.18	1.59	1.38	1.44	2.43	4.53	6.95	6.65	5.03	9.16	5.79	4.21
2009	2.73	2.14	2.01	1.64	3.47	4.33	4.45	4.93	4.65	6.26	6.77	3.42	3.90
2010	2.08	1.70	1.60	1.98	3.20	4.53	5.27	6.58	6.37	5.90	10.42	17.46	5.59
2011	5.67	2.45	1.91	3.26	3.70	4.54	5.55	6.06	7.28	6.13	9.07	10.35	5.50
2012	3.41	2.02	1.66	2.99	4.07	3.73	4.28	7.21	7.51	7.73	18.30	8.34	5.94
2013	3.09	2.01	1.89	1.68	3.64	2.92	4.47	4.94	4.96	6.28	5.30	5.61	3.90
2014	2.55	1.82	1.47	1.49	2.29	4.23	2.19	3.04	5.50	6.99	7.76	5.72	3.75
2015	2.84	2.00	1.54	1.47	2.42	3.73	2.24	2.04	4.04	4.93	7.68	3.47	3.20
2016	1.92	1.46	1.20	1.15	2.34	4.84	4.42	3.83	5.73	8.61	10.50	5.94	4.33
Prom	2.83	1.69	1.22	1.50	3.08	4.21	4.27	4.97	6.16	7.15	8.55	6.16	4.31
Min	0.87	0.72	0.30	0.44	0.10	0.97	2.12	1.92	3.03	3.06	0.34	0.51	2.16
Max	7.97	4.87	2.01	3.46	7.41	7.75	7.80	8.97	11.29	12.12	20.93	17.46	6.17
Desv. Est.	1.50	0.80	0.52	0.76	1.33	1.74	1.33	1.84	1.64	2.11	4.12	3.47	1.03

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-28
Caudales promedio mensuales en m^3/s de la subcuenca del río El Jobo (1987-2016), área de drenaje 38.14 km^2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1987	0.87	0.59	0.33	0.30	1.38	2.75	2.93	3.85	3.87	6.12	4.76	2.57	2.53
1988	1.46	0.78	0.56	0.33	1.53	2.15	3.23	4.16	4.02	4.23	6.26	3.49	2.68
1989	1.77	0.79	0.54	0.37	2.87	2.00	3.00	3.24	3.81	7.43	5.38	7.22	3.20
1990	1.20	0.67	0.82	0.36	1.63	2.29	1.71	2.12	4.49	5.68	3.88	4.79	2.47
1991	1.06	0.63	0.43	0.64	3.11	3.24	3.12	5.37	5.01	4.37	3.67	2.25	2.74
1992	1.37	0.75	0.63	1.01	1.30	3.48	2.54	1.97	4.11	5.73	7.32	3.85	2.84
1993	1.41	0.82	0.67	0.73	2.65	5.31	2.84	2.59	5.62	7.81	14.33	5.92	4.22
1994	1.41	0.82	0.67	0.73	2.65	5.31	2.84	2.59	5.62	4.66	5.06	1.93	2.86
1995	5.46	3.34	0.20	1.04	1.83	4.56	1.58	1.42	5.03	8.30	6.47	6.14	3.78
1996	1.47	0.93	0.32	1.43	0.07	0.67	5.34	3.39	5.24	6.66	0.23	0.35	2.18
1997	0.59	0.49	0.33	0.46	1.48	0.85	1.45	1.32	2.07	4.10	3.08	1.50	1.48
1998	1.24	0.95	0.85	0.94	1.41	2.05	3.14	2.65	2.75	4.61	2.89	4.12	2.30
1999	2.26	1.41	1.34	1.45	3.02	4.12	2.93	6.14	7.73	4.06	5.99	7.65	4.01
2000	3.92	1.96	1.35	1.23	2.76	5.02	3.15	3.13	3.79	2.97	3.81	3.18	3.02
2001	2.37	1.36	1.14	0.99	1.40	2.95	2.25	2.37	3.42	4.47	5.09	4.25	2.67
2002	3.29	1.48	1.15	2.37	1.99	2.53	4.01	5.06	5.11	4.36	8.36	2.89	3.55
2003	1.53	1.16	0.97	1.01	2.61	3.16	3.63	4.40	4.13	6.76	8.03	6.94	3.69
2004	2.08	0.97	0.53	0.62	2.92	1.50	1.94	3.23	2.88	4.27	4.92	2.08	2.33
2005	1.50	0.85	0.54	1.13	1.37	2.05	2.18	3.01	3.43	3.35	2.55	1.52	1.96
2006	0.99	0.57	0.43	0.70	2.00	2.03	3.60	4.19	3.49	2.10	9.70	3.34	2.76
2007	1.54	0.97	0.58	1.26	0.93	1.72	1.88	2.43	3.50	4.25	2.79	1.89	1.98
2008	2.35	1.49	1.09	0.95	0.99	1.66	3.10	4.76	4.55	3.45	6.27	3.96	2.89
2009	1.87	1.47	1.38	1.12	2.37	2.97	3.05	3.38	3.18	4.29	4.64	2.34	2.67
2010	1.43	1.16	1.10	1.36	2.19	3.10	3.61	4.51	4.36	4.04	7.14	11.96	3.83
2011	3.88	1.68	1.31	2.23	2.54	3.11	3.80	4.15	4.99	4.20	6.21	7.09	3.77
2012	2.34	1.38	1.14	2.05	2.79	2.55	2.93	4.94	5.14	5.29	1.53	5.71	4.07
2013	2.11	1.38	1.29	1.15	2.49	2.00	3.06	3.38	3.40	4.30	3.63	3.84	2.67
2014	1.75	1.24	1.01	1.02	1.57	2.89	1.50	2.08	3.77	4.79	5.31	3.92	2.57
2015	1.95	1.37	1.05	1.01	1.66	2.56	1.53	1.40	2.77	3.38	5.26	2.38	2.19
2016	1.32	1.00	0.82	0.79	1.60	3.32	3.03	2.62	3.92	5.90	7.19	4.07	2.96
Prom	1.93	1.15	0.82	1.03	1.97	2.80	2.83	3.33	4.17	4.86	5.76	4.10	2.89
Min	0.59	0.49	0.20	0.30	0.07	0.67	1.45	1.32	2.07	2.10	0.23	0.35	1.48
Max	5.46	3.34	1.38	2.37	3.11	5.31	5.34	6.14	7.73	8.30	14.33	11.96	4.22
Desv. Est.	1.03	0.55	0.36	0.52	0.74	1.17	0.87	1.24	1.12	1.45	2.88	2.41	0.71

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-29
Caudales promedio mensuales en m^3/s de la subcuenca del río Uracillo (1987-2016), área de drenaje 108.50 km^2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1987	2.28	1.56	0.87	0.79	3.60	7.20	7.66	10.08	10.14	16.03	12.46	6.73	6.62
1988	3.82	2.05	1.46	0.86	4.01	5.63	8.45	10.88	10.53	11.08	16.39	9.14	7.03
1989	4.62	2.07	1.42	0.96	7.52	5.23	7.85	8.47	9.98	19.45	14.07	18.89	8.38
1990	3.14	1.76	2.14	0.95	4.25	6.00	4.47	5.55	11.76	14.87	10.15	12.53	6.46
1991	2.78	1.65	1.12	1.68	8.14	8.48	8.16	14.05	13.12	11.43	9.61	5.90	7.18
1992	3.57	1.96	1.66	2.65	3.39	9.10	6.65	5.15	10.77	15.01	19.14	10.08	7.43
1993	3.68	2.14	1.74	1.91	6.94	13.89	7.43	6.77	14.71	20.45	37.51	15.49	11.05
1994	3.68	2.14	1.74	1.91	6.94	13.89	7.43	6.77	14.71	12.20	13.25	5.05	7.48
1995	14.29	8.74	0.53	2.72	4.79	11.93	4.13	3.71	13.15	21.72	16.93	16.08	9.89
1996	3.85	2.44	0.84	3.75	0.19	1.74	13.99	8.87	13.71	17.42	0.60	0.92	5.69
1997	1.56	1.29	0.87	1.20	3.88	2.23	3.80	3.45	5.42	10.73	8.07	3.94	3.87
1998	3.23	2.49	2.22	2.47	3.69	5.37	8.21	6.93	7.20	12.07	7.57	10.79	6.02
1999	5.92	3.70	3.52	3.80	7.91	10.78	7.66	16.07	20.23	10.63	15.68	20.02	10.49
2000	10.26	5.14	3.53	3.23	7.22	13.14	8.23	8.18	9.91	7.77	9.98	8.31	7.91
2001	6.20	3.55	2.98	2.59	3.65	7.71	5.89	6.19	8.94	11.70	13.31	11.11	6.99
2002	8.60	3.87	3.01	6.20	5.20	6.61	10.48	13.25	13.38	11.40	21.87	7.56	9.29
2003	3.99	3.04	2.54	2.63	6.83	8.27	9.49	11.51	10.81	17.68	21.01	18.17	9.66
2004	5.44	2.54	1.39	1.63	7.64	3.93	5.09	8.44	7.55	11.17	12.88	5.43	6.09
2005	3.93	2.23	1.40	2.95	3.59	5.37	5.70	7.89	8.98	8.77	6.67	3.97	5.12
2006	19.16	8.89	4.83	5.70	27.95	13.96	17.53	30.75	26.40	39.70	45.07	18.64	21.55
2007	13.98	7.98	4.87	11.58	13.19	19.47	19.84	28.48	32.99	31.86	25.09	14.34	18.64
2008	9.35	5.96	4.61	7.03	19.61	18.94	34.36	41.47	34.25	21.03	73.14	25.12	24.57
2009	4.90	3.84	3.60	2.93	6.21	7.77	7.97	8.84	8.33	11.22	12.14	6.13	6.99
2010	3.73	3.04	2.87	3.55	5.73	8.11	9.46	11.80	11.41	10.57	18.69	31.29	10.02
2011	10.16	4.40	3.42	5.85	6.63	8.15	9.95	10.87	13.05	11.00	16.26	18.54	9.86
2012	6.12	3.62	2.97	5.36	7.30	6.68	7.67	12.92	13.46	13.85	32.79	14.95	10.64
2013	5.53	3.60	3.39	3.01	6.52	5.24	8.02	8.86	8.90	11.25	9.50	10.06	6.99
2014	4.58	3.26	2.64	2.67	4.10	7.58	3.93	5.44	9.85	12.52	13.91	10.25	6.73
2015	5.10	3.58	2.76	2.64	4.34	6.69	4.01	3.66	7.24	8.84	13.76	6.22	5.74
2016	3.45	2.61	2.15	2.07	4.19	8.68	7.92	6.86	10.26	15.43	18.82	10.64	7.76

Prom	6.03	3.50	2.44	3.24	6.84	8.59	9.05	11,07	13.04	14.96	18.21	11.88	9.12
Min	1.56	1.29	0.53	0.79	0.19	1.74	3.80	3,45	5.42	7.77	0.60	0.92	3.87
Max	19.16	8.89	4.87	11.58	27.95	19.47	34.36	41,47	34.25	39.70	73.14	31.29	24.57
Desv. Est.	4.03	2.01	1.20	2.27	5.26	4.28	5.99	8,44	6.90	6.85	13.84	6.84	4.74

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-30
Caudales promedio mensuales en m^3/s de la subcuenca del río Teriá (1987-2016), área de drenaje 97.3 km^2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1987	1.78	1.21	0.68	0.62	2.81	5.60	5.97	7.85	7.89	12.48	9.70	5.24	5.15
1988	2.98	1.60	1.14	0.67	3.12	4.38	6.58	8.47	8.20	8.63	12.76	7.11	5.47
1989	3.60	1.61	1.10	0.75	5.85	4.07	6.11	6.59	7.77	15.14	10.95	14.71	6.52
1990	2.44	1.37	1.66	0.74	3.31	4.67	3.48	4.32	9.16	11.58	7.90	9.75	5.03
1991	2.17	1.29	0.88	1.30	6.34	6.60	6.36	10.94	10.22	8.90	7.48	4.59	5.59
1992	2.78	1.53	1.29	2.06	2.64	7.08	5.18	4.01	8.38	11.68	14.91	7.85	5.78
1993	2.87	1.66	1.36	1.48	5.41	10.81	5.79	5.27	11.45	15.92	29.20	12.06	8.61
1994	2.87	1.66	1.36	1.48	5.41	10.81	5.79	5.27	11.45	9.50	10.32	3.93	5.82
1995	11.13	6.80	0.41	2.12	3.73	9.29	3.21	2.89	10.24	16.91	13.18	12.52	7.70
1996	3.00	1.90	0.65	2.92	0.14	1.36	10.89	6.90	10.68	13.56	0.47	0.71	4.43
1997	1.21	1.00	0.68	0.93	3.02	1.74	2.96	2.68	4.22	8.36	6.28	3.07	3.01
1998	2.52	1.94	1.73	1.92	2.87	4.18	6.39	5.40	5.61	9.40	5.90	8.40	4.69
1999	4.61	2.88	2.74	2.96	6.16	8.39	5.96	12.51	15.75	8.28	12.21	15.59	8.17
2000	7.99	4.00	2.75	2.51	5.62	10.23	6.41	6.37	7.72	6,05	7.77	6.47	6.16
2001	4.83	2.77	2.32	2.01	2.84	6.01	4.58	4.82	6.96	9.11	10.36	8.65	5.44
2002	6.70	3.01	2.34	4.82	4.05	5.15	8.16	10.32	10.41	8.88	17.03	5.89	7.23
2003	3.11	2.36	1.98	2.05	5.32	6.44	7.39	8.96	8.42	13.76	16.36	14.15	7.52
2004	4.23	1.98	1.08	1.27	5.95	3.06	3.96	6.57	5.88	8.70	10.03	4.23	4.75
2005	3.06	1.74	1.09	2.30	2.80	4.18	4.44	6.14	6.99	6.83	5.19	3.09	3.99
2006	2.01	1.17	0.88	1.43	4.07	4.13	7.33	8.54	7.10	4.27	19.76	6.80	5.63
2007	3.72	2.47	2.01	2.66	10.35	8.94	9.52	9.69	9.84	10.64	11.68	10.84	7.70
2008	2.62	1.93	1.70	2.80	4.68	5.70	8.99	9.79	8.30	5.37	21.40	7.98	6.77
2009	3.82	2.99	2.80	2.28	4.84	6.05	6.20	6.88	6.48	8.74	9.45	4.77	5.44
2010	2.91	2.37	2.23	2.76	4.46	6.32	7.36	9.19	8.88	8.23	14.55	24.36	7.80
2011	7.91	3.42	2.66	4.55	5.17	6.34	7.75	8.46	10.16	8.56	12.66	14.44	7.67
2012	4.76	2.82	2.31	4.17	5.68	5.20	5.97	10.06	10.48	10.78	25.53	11.64	8.29
2013	4.31	2.80	2.64	2.34	5.08	4.08	6.24	6.89	6.93	8.76	7.40	7.83	5.44
2014	3.56	2.54	2.05	2.08	3.19	5.90	3.06	4.24	7.67	9.75	10.83	7.98	5.24
2015	3.97	2.79	2.15	2.06	3.38	5.21	3.12	2.85	5.64	6.88	10.72	4.84	4.47
2016	2.69	2.03	1.67	1.61	3.26	6.76	6.17	5.34	7.99	12.01	14.66	8.29	6.04
Prom	3.87	2.32	1.68	2.12	4.38	5.96	6.04	6.94	8.56	9.92	12.22	8.59	6.05
Min	1.21	1.00	0.41	0.62	0.14	1.36	2.96	2.68	4.22	4.27	0.47	0.71	3.01
Max	11.13	6.80	2.80	4.82	10.35	10.81	10.89	12.51	15.75	16.91	29.20	24.36	8.61
Desv. Est.	2.10	1.12	0.72	1.06	1.80	2.38	1.94	2.57	2.28	3.01	6.01	4.85	1.44

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Características hidráulicas en los sitios de aforo (campaña estación lluviosa)

Se realizaron aforos de los ríos principales de la cuenca de río Indio en 14 puntos cuyas características hidráulica se detallan en la tabla 4-31 (Sistema Inglés) y tabla 4-32 (Sistema Métrico). Todos los aforos se realizaron en el mes de octubre de 2017 el cual forma parte de la temporada lluviosa.

Cabe aclarar que los aforos realizados tan solo son una muestra muy puntual de la condición de los ríos en este momento, de manera que con estas mediciones no se puede sacar conclusión alguna del comportamiento de los caudales de los ríos. Para poder tener una mejor idea del comportamiento de un río es necesario medirlo continuamente, por lo menos 15 años continuos, lo recomendable son 30 años.

Como ya se ha mencionado, la limitación que tiene la cuenca de río Indio es la deficiente información hidrometeorológica. Solo se cuenta con una serie de caudales en la estación Boca de Uracillo en el río Indio. Esta estación fue desatendida por un tiempo, cambió de administrador y luego, por decisiones gubernamentales de Panamá, fue abandonada por la ACP en el año 2006, al igual que todas las estaciones que la ACP operaba fuera de la Cuenca del Canal. Todos estos cambios se reflejan en sus registros los cuales tienen que ser revisados cuidadosamente como se ampliará más adelante.

Los 14 aforos realizados, ver anexo 4.2, son convenientes ya que dan idea de la dinámica del río en los puntos aforados. Con estas mediciones se pudo constatar, el comentario de los residentes, que las variaciones de las mareas del Mar Caribe afectaban el punto #1: Río Indio en El Charcón y tan alejado del mar como el Punto # 2: Río La Encantada en La Encantada.

El anexo 4.2 contiene los 14 aforos realizados y en el aforo del río Indio en El Charcón se puede notar las bajas velocidades medidas al momento del aforo, situación que indica el efecto de la marea en este punto. El aforo en El Charcón se inició a las 1710 HL, una hora antes que la marea del Mar Caribe llegara a su máximo nivel a las 1807 HL de acuerdo a la tabla de mareas de la ACP, ver información en anexo 4.3 (Autoridad del Canal de Panamá, 2017) .

El aforo realizado en el poblado la Encantada no evidencia el efecto de la marea porque al momento de realizarse el río La Encantada tenía una pequeña crecida. Pero el propietario del terreno donde se realizó el aforo y otros moradores del área mencionaron reiteradas veces el efecto que tienen las mareas en este sitio.

Esto resultó novedoso ya que no se esperaba que la marea tuviese efecto en el poblado La Encantada. En la campaña de enero de 2018 se tratará de realizar los aforos en estos dos puntos con la marea bajando. Pero definitivamente, no es recomendable establecer estaciones hidrométricas en estos dos puntos.

Tabla 4-31
Características hidráulicas de los ríos aforados en la campaña de temporada lluviosa 2017 (unidades en sistema inglés)

Punto	Río	Ancho (pies)	Área ($pies^2$)	Perím. moj. (pies)	Rad. hid. (pies)	Veloc media (pies/S)	Caudal ($pies^3$/S)
*1	Indio-El Charcón	167.32	2377.86	176.53	13.47	0.18	429.42
*2	La Encantada-La Encantada	65.62	343.69	41.45	8.29	0.83	285.33
3	La Encantada-Las Cruces	24.61	48.55	25.90	1.87	0.80	38.86
4	Jobo	26.25	66.74	28.58	2.33	0.51	34.19
5	Indio - Dominical	76.44	299.43	78.66	3.81	1.57	469.72
6	Indio – Los Chorros	44.00	95.80	46.32	2.07	1.00	95.34
7	Indio - Boca De Uracillo	62.34	318.56	70.60	4.51	1.45	462.16
8	Uracillo – Las Marías	44.00	75.60	46.07	1.64	1.92	144.87
9	Teriá – Tres Hermanas	64.00	86.80	65.20	1.33	1.68	145.50
10	Indio – Las Claras Abajo	81.00	145.75	82.25	1.77	0.71	103.94
11	Jordanal	26.25	18.57	26.66	0.70	1.42	26.36
12	Teria Nacimiento	25.00	18.05	25.61	0.70	0.39	7.09
13	Teriacito – Bajo Grande	28.00	32.63	28.91	1.13	0.72	23.53
14	Indio – Alto De La Mesa	13.12	5.5	13.26	0.42	0.69	3.78

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

*Estos resultados no se deben tomar en cuenta porque el sitio es afectado por la marea del Mar Caribe

Tabla 4-32
Características hidráulicas de los ríos aforados en la campaña de temporada lluviosa 2017 (unidades en sistema métrico)

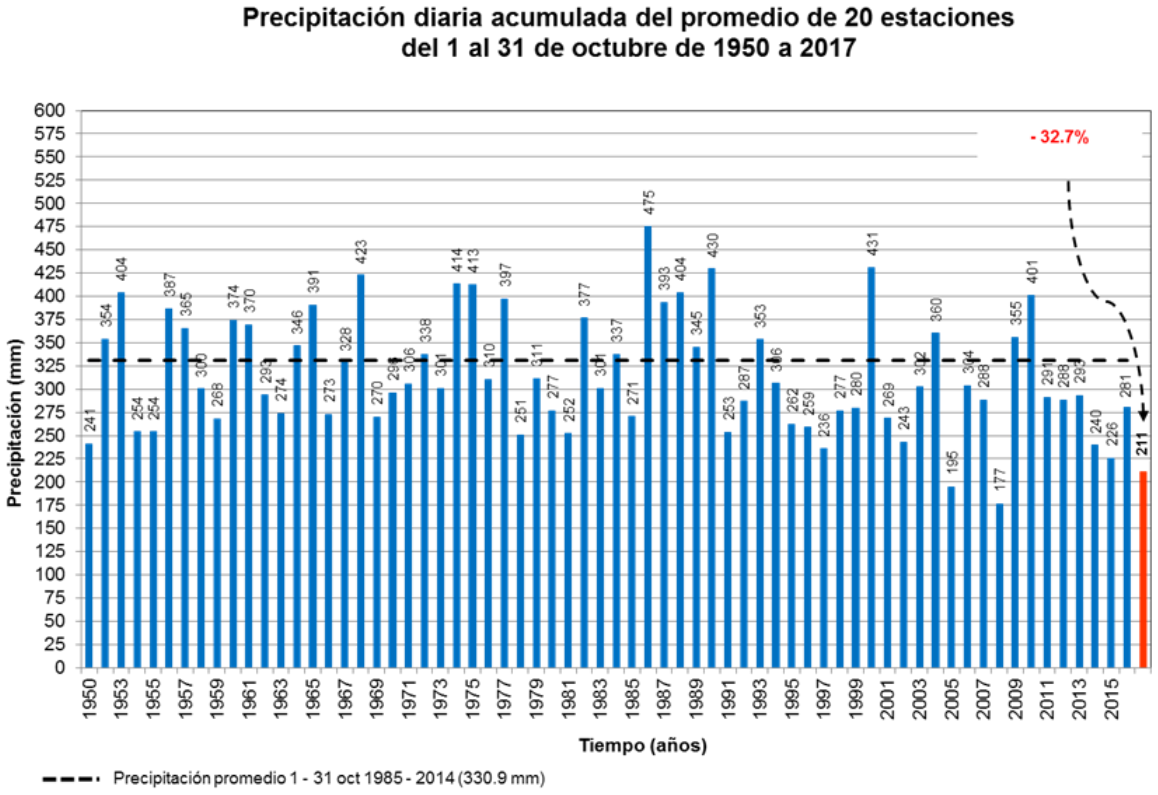
Punto	Río	Ancho (m)	Área (m^2)	Perím. Moj. (m)	Rad. Hid. (m)	Veloc Media (m/s)	Caudal (m^3/s)
*1	Indio-El Charcón	51.01	221.02	58.82	4.11	0.055	12.17
*2	La Encantada-La Encantada	20.00	31.95	41.45	2.53	0.253	12.64
3	La Encantada-Las Cruces	7.50	4.51	7.89	0.57	0.243	1.10
4	Jobo	8.00	6.20	8.71	0.71	0.155	0.97
5	Indio - Dominical	23.30	27.83	23.98	1.16	0.480	13.31
6	Indio – Los Chorros	13.41	8.90	14.12	0.63	0.305	2.70
7	Indio - Boca De Uracillo	19.00	29.61	21.52	1.37	0.442	13.09
8	Uracillo – Las Marías	13.41	7.03	14.04	0.50	0.585	4.10
9	Teria – Tres Hermanas	19.51	8.06	19.88	0.40	0.512	4.12
10	Indio – Las Claras Abajo	24.69	13.54	25.07	0.54	0.220	2.95
11	Jordanal	8.00	1.72	8.13	0.21	0.433	0.75
12	Teria Nacimiento	7.62	1.70	7.81	0.21	0.120	0.20
13	Teriacito – Bajo Grande	8.54	3.03	8.81	0.34	0.220	0.67
14	Indio – Altos De La Mesa	4.00	0.51	0.04	0.13	0.21	0.107

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

* Estos resultados no se deben tomar en cuenta porque el sitio es afectdo por la marea del Mar Caribe

En la campaña se pudo constatar el bajo caudal que tenían los ríos lo que indica que el mes de octubre de 2017 fue un mes relativamente seco. Esta afirmación la confirman los datos de la Sección de Recursos Hídricos de la ACP, de acuerdo a sus registros la precipitación del mes de octubre de 2017 en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá estuvo 32.7% por debajo del promedio, ver gráfica 4-24.

Gráfica 4-24
Precipitación diaria acumulada del promedio de 20 estaciones de la cuenca del Canal del 1 al 31 de octubre de 1950 a 2017



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Caudales máximos instantáneos en la estación Boca de Uracillo en el río Indio

En una revisión de la literatura existente sobre la cuenca de río Indio se encontró un informe, interno[11] a la ACP, que muestra algunas anomalías en la estadística de caudales de la estación Boca de Uracillo:

1. En el periodo 1979-2001, operado y procesado por ETESA, los caudales máximos (caudales correspondientes a niveles superiores a un (1) metro) están sobrestimados hasta 3 veces el valor real (159 %). En la tabla 4-33 se presentan los niveles máximos instantáneos registrados en la estación Boca de Uracillo, se determinó para cada nivel el caudal correspondiente con las curvas extrapoladas por ETESA y ACP, tomando en cuenta que las curvas en su parte alta cambian muy poco por efectos de crecidas. En la columna sombreada en amarillo se muestran las diferencias que son muy significativas.

[11] Documento interno por la ACP.

2. Los caudales diarios y mensuales del periodo seco es posible que no cambien, sin embargo, durante el periodo húmedo los caudales podrían ser mucho menores.

3. En la gráfica 4-25 se muestran las curvas de descarga extrapoladas por ETESA y ACP, la diferencia se debe a que en la ACP se hicieron varios campamentos para medir caudales altos y hacer menos incierta la extrapolación de la curva. Cabe señalar que la información de hidrología es dinámica y se va mejorando a medida que se tiene más y mejor información de campo.

Se recomienda:

1. Revisar los aforos y curva de extrapolación realizada por ACP, debido a la gran dispersión que se observa en los aforos altos.

2. Recalcular la estadística de caudales correspondiente al periodo 1979-2001 utilizando la curva de descarga revisada. Se tiene toda la información básica para hacerlo, (aforos, curvas de descarga y niveles de ETESA y ACP).

3. Hacer los cambios que afectan el registro de caudales de río Indio tomando en cuenta los nuevos valores de caudal.

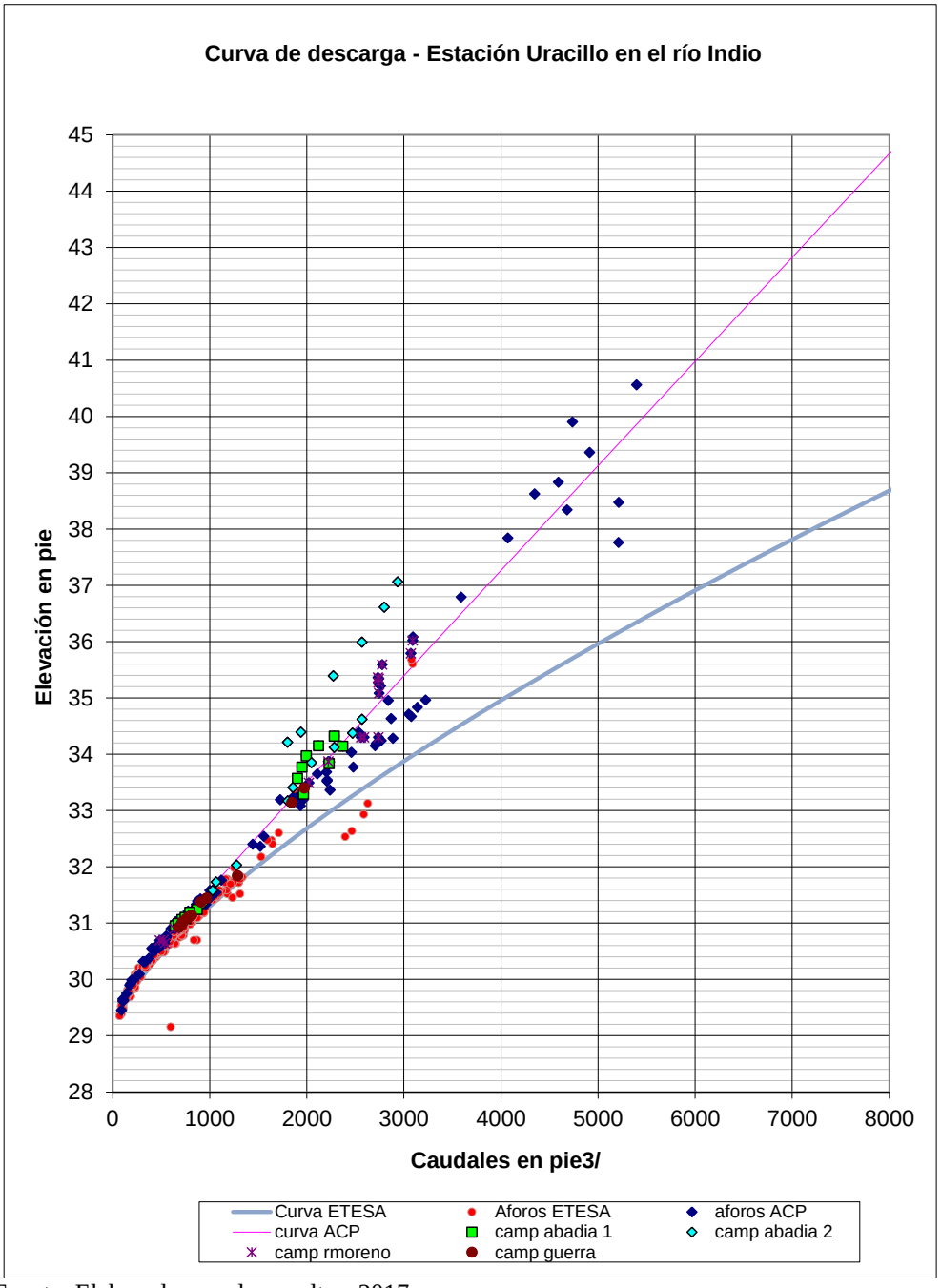
Tabla 4-33
Resumen anual de caudales máximos instantáneos (m^3/s) en la estación río Indio en Boca de Uracillo

Año	ETESA		ACP			dif (%)
	Elev (m)	Qmáx (m3/s)	Elev (pie)	Qmax (pie3/s)	Qmax (m3/s)	
1979	5.52	685	46.28	8885	252	172
1980	6.09	724	48.15	9909	281	158
1981	6.01	709	47.88	9766	277	156
1982	5.00	528	44.57	7953	225	134
1983	5.99	705	47.82	9729	276	156
1984	5.60	633	46.54	9028	256	148
1985	6.14	734	48.31	9999	283	159
1986	5.44	504	46.01	8741	248	104
1987	6.86	709	50.67	11296	320	122
1988	2.83	187	37.45	4094	116	61
1989	5.27	481	45.46	8436	239	101
1990	6.10	597	48.18	9927	281	112
1991	7.27	772	52.02	12036	341	126
1992	6.25	619	48.67	10197	289	114
1993	5.74	546	47.00	9280	263	108
1994	6.34	632	48.97	10359	293	115
1995	4.44	372	42.73	6952	197	89
1996	8.96	1061	57.62	15134	429	145
1997						

Año	ETESA		ACP			dif (%)
	Elev (m)	Qmáx (m3/s)	Elev (pie)	Qmax (pie3/s)	Qmax (m3/s)	
1998						
1999	6.23	616	48.60	10161	288	114
2000	8.01	890	54.44	13375	379	135
2001	4.14	335	41.75	6417	782	84
2002						
2003						
2004			45.95	8707	247	
2005			44.26	7783	220	
2006			70.00	22016	624	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Gráfica 4-25
Curvas de descarga extrapoladas por ETESA y ACP en la estación Boca de Uracillo en el río Indio



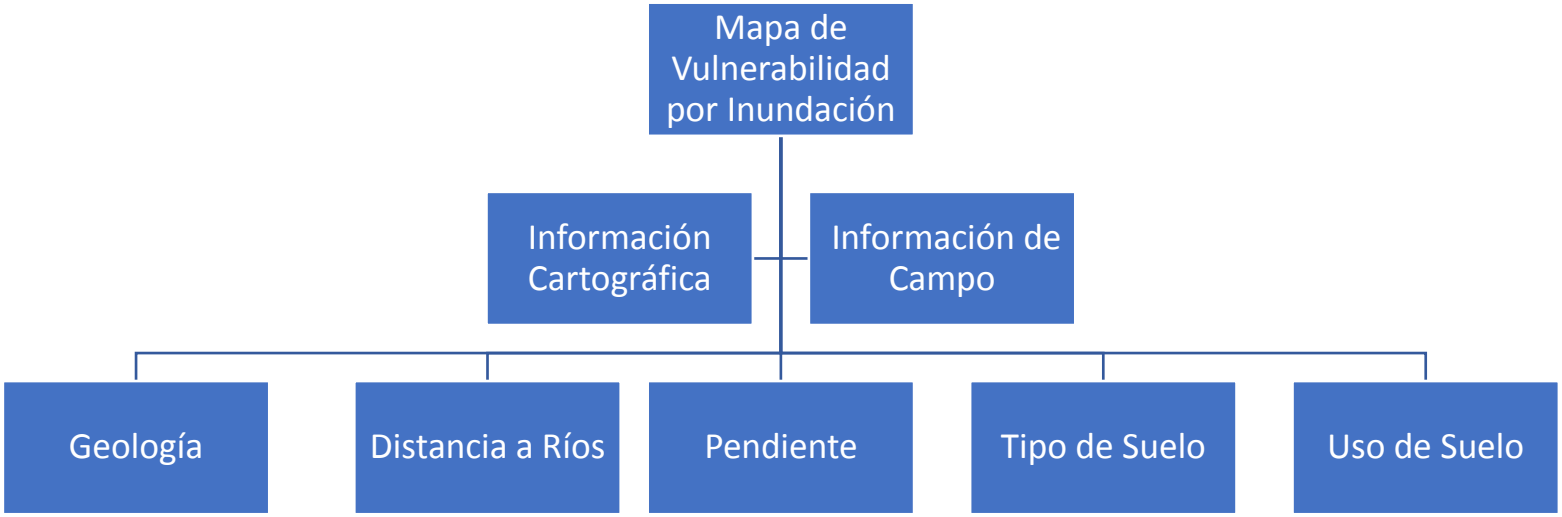
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Vulnerabilidad de inundación cuenca del río Indio

La vulnerabilidad se puede definir como el grado de resistencia de un objeto ante una acción perturbadora. Al aplicarlo al ambiente se podría definir como el grado de exposición que puede tener una zona determinada ante un riesgo. En este sentido, la vulnerabilidad de inundación del río Indio sería la exposición de toda el área delimitada por la cuenca hidrográfica ante las crecidas que pudieran registrarse en las diferentes servidumbres fluviales de los cuerpos de agua que forman parte de la cuenca, considerando la influencia de una serie de variables geomorfológicas con impactos distintos.

Las variables geomorfológicas son aquellas que corresponden a características asociadas con las ramas de la geografía física y geológica dentro de una cuenca. Las principales variables geomorfológicas que tienen influencia dentro de la determinación de la vulnerabilidad de inundación son las siguientes: la geología, la pendiente, el tipo de suelo, el uso del suelo, la distancia de los ríos, entre otros. En la figura 4-45 se presenta un esquema de los componentes principales que son requeridos para generar un mapa de vulnerabilidad de inundación de una zona determinada.

Figura 4-45
Esquema de variables que forman parte del análisis de vulnerabilidad de inundación

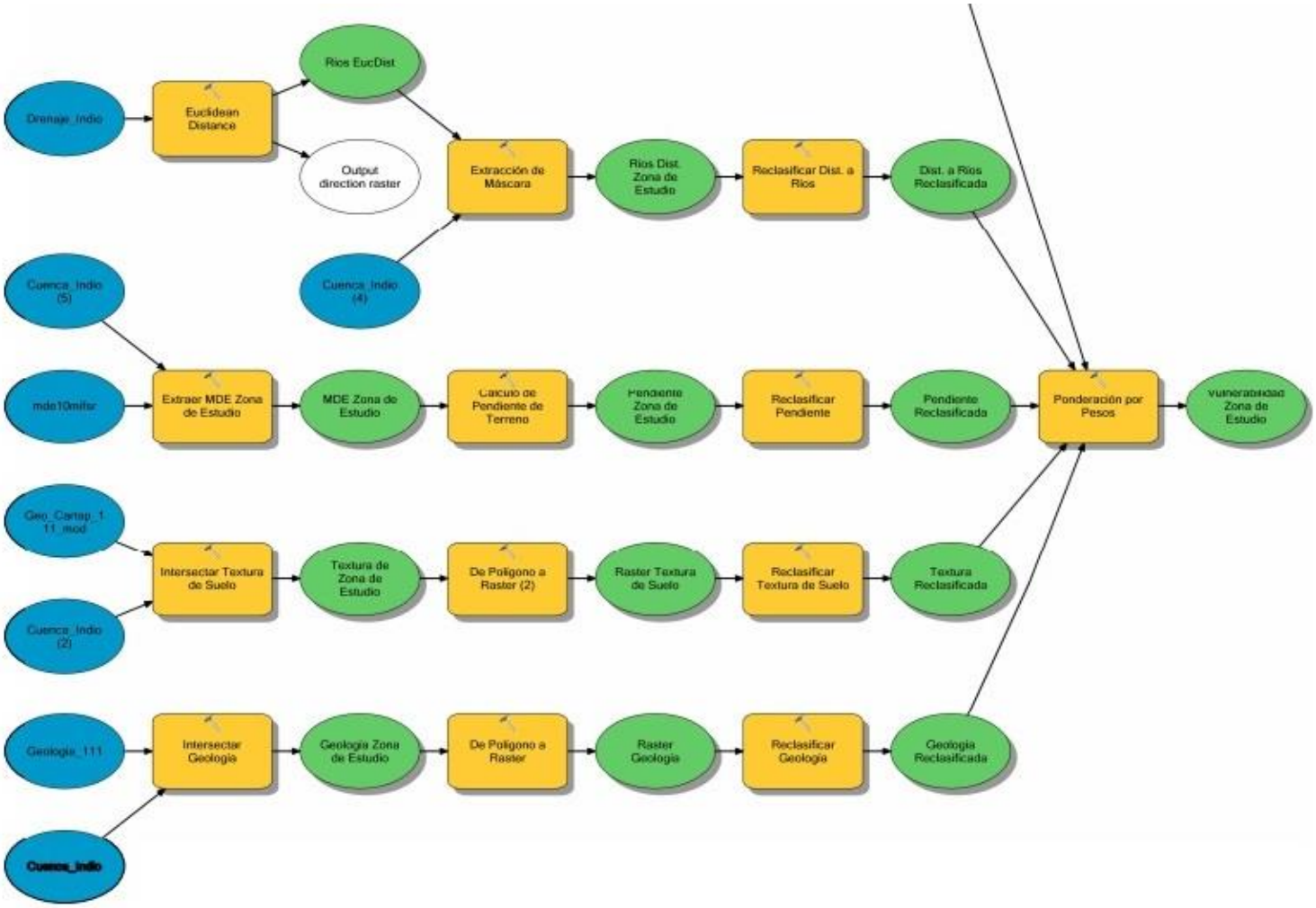


Para poder generar el Mapa de vulnerabilidad se implementó la herramienta Model Builder del programa ArcGIS, ya que esta permite integrar las capas geográficas con una referencia espacial, integrando como componente principal el análisis espacial de la información utilizando una serie de procesos de las variables geomorfológicas para al final obtener una capa con diferentes grados de vulnerabilidad.

La metodología principal consiste en la clasificación de 1 a 10, de la vulnerabilidad por inundación que puede tener cada variable, en donde 1 corresponde a que la vulnerabilidad de inundación es baja o nula y el valor 10 corresponde a una vulnerabilidad muy alta o inminente. A su vez, al final cada una de estas variables será ponderada con porcentajes o pesos, en donde puede que algunas tengan mayor incidencia sobre la vulnerabilidad por inundación. En la figura 4-46 se presenta el esquema del modelo utilizado para la estimación de la vulnerabilidad de la cuenca del río Indio.

En los siguientes puntos se describirá el papel que juega cada variable en el modelo de vulnerabilidad por inundación, su clasificación, ponderación y la variación espacial que tiene cada una de ellas a lo largo de la cuenca.

Figura 4-46
Esquema de variables que forman parte del análisis de vulnerabilidad de inundación


Drenaje_Indio
Euclidean Distance
Rios EucDist
Output direction raster
Extracción de Máscara
Rios Dist. Zona de Estudio
Reclasificar Dist. a Rios
Dist. a Rios Reclasificada
Cuenca_Indio (5)
Cuenca_Indio (4)
mde10mifsr
Extraer MDE Zona de Estudio
MDE Zona de Estudio
Calculo de Pendiente de Terreno
Pendiente Zona de Estudio
Reclasificar Pendiente
Pendiente Reclasificada
Ponderación por Pesos
Vulnerabilidad Zona de Estudio
Geo_Cartap_111_mod
Intersectar Textura de Suelo
Textura de Zona de Estudio
De Poligono a Raster (2)
Raster Textura de Suelo
Reclasificar Textura de Suelo
Textura Reclasificada
Cuenca_Indio (2)
Geologia_111
Intersectar Geologia
Geologia Zona de Estudio
De Poligono a Raster
Raster Geologia
Reclasificar Geologia
Geologia Reclasificada
Cuenca_Indio

Antecedentes

En noviembre del año 2006 se registró una de las mayores tormentas en la cuenca del río Indio, específicamente el 21 de noviembre que alcanzó un caudal instantáneo de 624 m^3/s en la estación de Boca de Uracillo, ocasionando grandes daños a la infraestructura de la estación hidrológica, el nivel del agua alcanzó aproximadamente 21 msnm. En la figura 4-47, se presentan datos que forman parte del anuario hidrológico del año 2006, elaborado por la Unidad de Operaciones de la Autoridad del Canal de Panamá (Actualmente Unidad de Hidrología Operativa).

Figura 4-47
Registro extremo en la estación de Boca de Uracillo en noviembre del año 2006
(Operada por la Autoridad del Canal de Panamá)

Caudales extremos

Mes	Máximos instantáneos Día	Elevación m	Caudal m^3/s	Mínimos diarios Día	Elevación m	Caudal m^3/s		Caudales promedios Mensuales m^3/s	$l/s/km^2$		Escorrentía MMC	mm
Ene	8	9.84	38.1	31	9.13	6.25		8.50	23.3		22.8	62.3
Feb	6	9.27	10.1	25	9.05	3.65		4.93	13.5		11.9	32.7
Mar	28	9.71	31.7	20	9.01	2.59		3.72	10.2		10.0	27.3
Abr	26	9.92	41.7	6	9.02	2.88		6.01	16.5		15.6	42.7
May	6	10.68	79.5	3	9.12	5.23		17.2	47.0		46.0	126
Jun	23	11.43	117	14	9.28	10.7		17.4	47.8		45.2	124
Jul	14	13.68	230	3	9.28	10.6		30.9	84.7		82.8	227
Ago	25	13.79	235	14	9.43	17.2		36.0	98.7		96.5	264
Sep	8	13.55	224	27	9.38	14.8		30.0	82.1		77.6	213
Oct	27	13.31	211	23	9.24	9.24		18.0	49.4		48.3	132
Nov	**21**	**21.34**	**624**	2	9.36	14.0		83.3	228		216	592
Dic	**13**	**11.60**	**125**	24	9.36	13.7		28.7	78.5		76.8	210
Anual	21	21.34	624	20	9.01	2.59	Promedio	23.7	65.0	Total	749	2053

Nota 1 : Los valores en negrita fueron estimados mediante correlación con la estación El Chorro

Nota 2: El nivel máximo registrado durante la creciida del 21 de noviembre de 2006 se determinación por levantamiento topográfico

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017, en base a información de Anuarios Hidrologicos de la ACP.

Efectos de la tormenta de noviembre del 2006 en la comunidad de Tres Hermanas

El poblado Tres Hermanas se localiza a orillas del río Teriá y se extiende desde allí hasta el sitio donde este confluye en el río Indio.

En este poblado se entrevistaron a la señora Juana Gil y a los señores Valentín Martínez (abuelo) y Carlos Cortez, este último, acompaño a los miembros del equipo de URS-Holdings en la gira del pueblo y dio detalles de las casas y lugares afectados por la tormenta.

De acuerdo al Sr. Valentín Martínez la inundación más fuerte del río Teriá en Tres Hermanas que él ha presenciado en sus 78 años de vida se dio en noviembre de 2006. En el año 2016 y otros años también se han dado crecidas considerables de este río pero ninguna como la del 2006. Su padre le contó que en 1940 también se dio una gran inundación, similar a la de noviembre de 2006 pero, él no se acuerda de esta.

Según el Sr. V. Martínez, esta inundación de noviembre de 2006 es la que más daños ha causado a esta comunidad.

Foto 4-7 Puente peatonal sobre el río Teriá: Utilizado por las personas para llegar al poblado de Tres Hermanas. El Sr. Tiburcio Rodríguez está parado sobre la base del puente que está del lado del poblado, según los moradores el nivel del agua llegó hasta este punto en la tormenta de noviembre de 2006.

La carretera que atraviesa el pueblo está asfaltada pero no es muy larga. En la foto 8, el señor Carlos Cortéz indica el punto del nivel máximo de agua sobre la carretera.

Foto 4-8. Vista de referencia. Los señores Carlos Cortéz y Tiburcio Rodríguez están parados sobre el punto del nivel de agua máximo de la inundación del 21 de noviembre de 2006. El puente colgante sobre el río Teriá está a sus espaldas aproximadamente 300 m de este punto.

Foto 4-9. Vista de referencia**.** El huerto escolar se encuentra dentro del corral y al igual que toda la planicie al fondo quedó bajo agua con la tormenta de 2006.

Foto 4-10. Vista de referencia. El nivel máximo de agua llegó hasta el tercer escalón de la escalera que conduce a esta casa que está localizada en la calle principal.

Foto 4-11.Vista de referencia. Carlos Cortéz muestra el nivel de agua máximo (línea amarilla) de la inundación de noviembre de 2006 en monumento que se encuentra frente al teléfono público del pueblo.

Foto 4-12. Construcción de la nueva casa comunal. La antigua fue destruida por la inundación de noviembre de 2006.

Foto 4-13. Vista de referencia. Carlos Cortéz parado sobre el punto de nivel de agua máximo frente a la escuela de Tres Hermanas. La escuela no fue afectada en esta inundación de noviembre de 2006.

Foto 4-14. Vista de referencia. Carlos Cortéz indica con su mano derecha el nivel de agua máximo de la tormenta de 2006 frente a la iglesia del pueblo. Debido a su alta vulnerabilidad a inundaciones esta iglesia ha sido reemplazada por una nueva en otra localidad del pueblo.

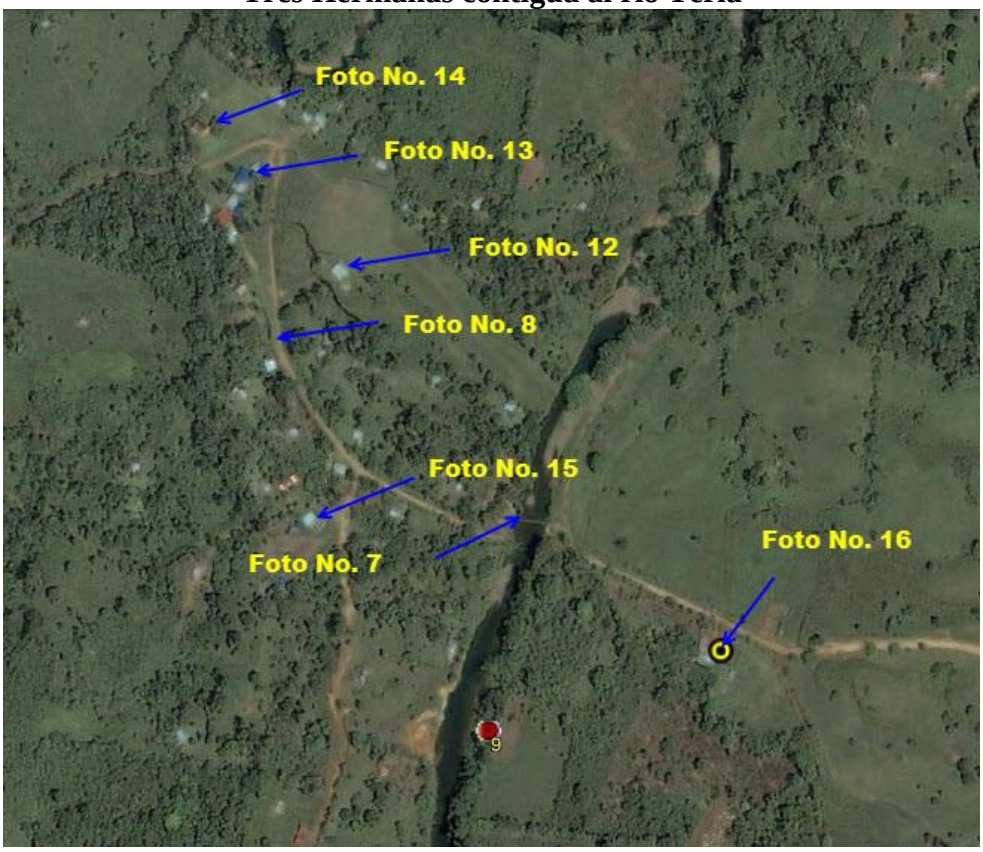
Foto 4-15. Nueva iglesia Católica San Mateo. Construida en una localidad que no se inundó en noviembre de 2006.

Foto 4-16. Vista de referencia. El agua de la inundación de noviembre de 2006 llegó hasta la estructura contigua a la Cooperativa de s/m Monseñor Durán, R.L localizada al otro lado del río Teriá a unos 250 m del río en su margen derecha, localizada en las coordenadas 0596831 E, 0984588 N. La Cooperativa no fue afectada por el agua de la inundación de 2006.

Los dirigentes de la comunidad de Tres Hermanas han tomado las medidas necesarias para disminuir la vulnerabilidad a inundaciones de varias estructuras del pueblo al punto que reubicaron un grupo de casas en una barriada nueva llamada, según el Sr. Valentín Martínez, San Antonio. En la figura

4-48 se presenta una distribución de la ubicación de las fotos 7, 8, 12, 13, 14, 15 y 16 en una vista aérea de la zona (Google Earth).

Figura 4-48
Ubicación de las figuras durante la visita a la comunidad de Tres Hermanas contigua al río Teriá

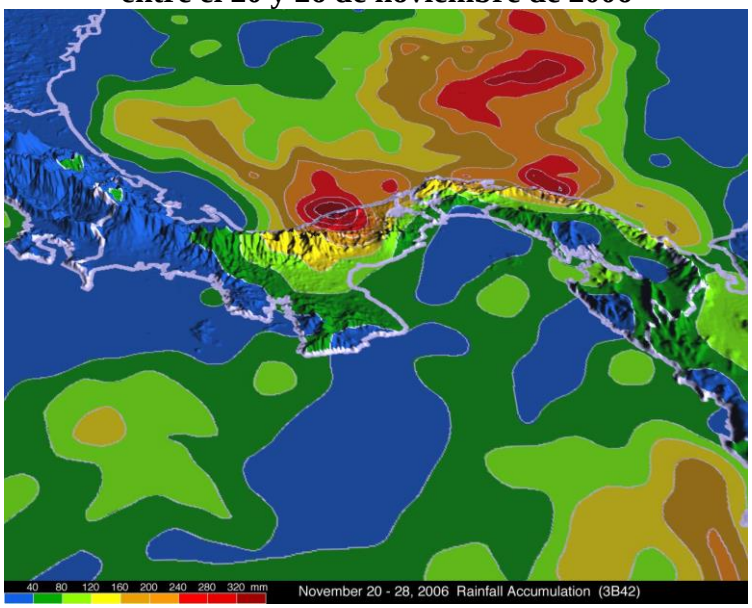


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Causa de dos de las tormentas extremas en la cuenca del río Indio

La mayor tormenta que se ha dado en la cuenca del río Indio ocurrió el 21 de noviembre de 2006 y se debió a un sistema tormentoso de dos núcleos como lo muestra la figura 4-49. Un núcleo se ubicó cerca de la comarca Guna-Yala y el otro en la cuenca del río Indio.

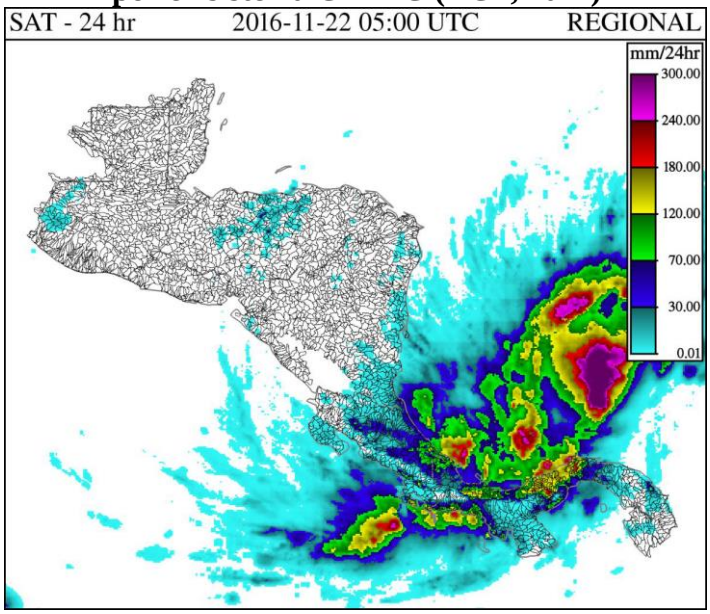
Figura 4-49
Imagen del sistema SERVIR que muestra la precipitación acumulada entre el 20 y 26 de noviembre de 2006



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La inundación de noviembre de 2016 fue causada por el paso del ciclón tropical Otto cerca a Panamá. De acuerdo a informes de la ACP (ver figura 4-50) las mayores precipitaciones en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá se dieron los días 21 y 22 de noviembre de 2016 (ACP, 2017).

Figura 4-50
Precipitación diaria del 21 de noviembre de 2016, estimada satelitalmente por el sistema CAFFG (ACP, 2017)



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Información de campo

De acuerdo a moradores de la cuenca de río Indio las crecidas de este río son peligrosas. En conversación con moradores del poblado La Encantada y quienes mostraron gran consistencia en sus argumentos, consideran la crecida del 21 de noviembre de 2006 como la más grande que recuerdan. De acuerdo a archivos de la Autoridad del Canal de Panamá la crecida del 21 de noviembre de 2006 el nivel máximo de agua, estimado por levantamiento topográfico luego de la inundación, en la estación de Boca de Uracillo en el Río Indio fue de 21.3 m (70 pies) (Ver foto 17).

Foto 4-17. Vista de referencia. Nivel de agua máximo en la estación Boca de Uracillo en el Río Indio (Documento interno de la Sección de Recursos Hídricos de la ACP).

Para esta tormenta no existen registros ya que, debido a los daños causados por la tormenta, la estación de Boca de Uracillo dejó de funcionar en noviembre de 2006.

El Sr. José Álvaro Estrada indicó la marca hasta donde llegó el agua en su residencia en La Encantada, al realizar una nivelación se determinó que la marca está a 9.1 metros por encima del nivel de agua del río La Encantada en marzo que corresponde con el nivel medio de las mareas bajas en el Caribe de ese mes.

Los poblados La Encantada y Alcarreto se encuentran juntos pero La Encantada es afectado por el río La Encantada y Alcarreto es afectado por las crecidas del río Indio. El nivel de agua en el poblado La Encantada en la inundación de noviembre de 2006 fue superior al registrado en Alcarreto. Este comportamiento es común y se debe a que las crecidas del río Indio embalsan al río La Encantada provocando que su nivel aumente considerablemente.

Debido a la amplia y relativamente plana planicie inundable de la margen izquierda del río Indio, frente al poblado Alcarreto, el agua de las crecidas de este río se vierte sobre ella amortiguando el aumento del nivel de agua en este poblado.

Foto 4-18. Vista de referencia. El Sr. Estrada coloca la mira sobre la plataforma que se encuentra aproximadamente 10 cm por encima del nivel medio de las mareas bajas en marzo.

Foto 4-19. Vista de trabajo en campo. El Sr.Tiburcio Rodríguez realizando la nivelación en la propiedad del Sr. Estrada en La Encantada (12 de Oct. 2017).

Foto 4-20. Vista de referencia. Nivel de agua máximo de la inundación de Nov. 2006 en la residencia del Sr. Estrada en La Encantada.

Foto 4-21. Vista de referencia**.** El Sr. José A. Estrada y Jorge A. Espinosa frente a la corregiduría de La Encantada donde el agua, en la crecida de noviembre de 2006, subió a 2.27 m por encima del piso, casi en la cumbrera del techo del edificio.

Foto 4-22. Planicie inundable en la margen izquierda del río Indio frente al poblado Alcarreto.

El Sr. Esaú Hernández, residente del poblado El Jobo, informó que el nivel de agua máximo registrado en su residencia, localizada junto al río Indio, en la inundación del 21 de noviembre de 2006 fue aproximadamente de 11 metros. El nivel del agua llegó cerca de la cumbrera de su residencia la cual tiene dos pisos.

Delia Hernández, promotora social de la Oficina de Relaciones Comunitarias ubicada en la comunidad de Boca de Río Indio dijo que además de la inundación de 2006 y 2016 recuerda que el río Indio también tuvo una gran inundación en 1996, asocia el año con el nacimiento de su hermano menor.

Tabla 4-34
Grandes inundaciones que se han dado en la cuenca de río Indio

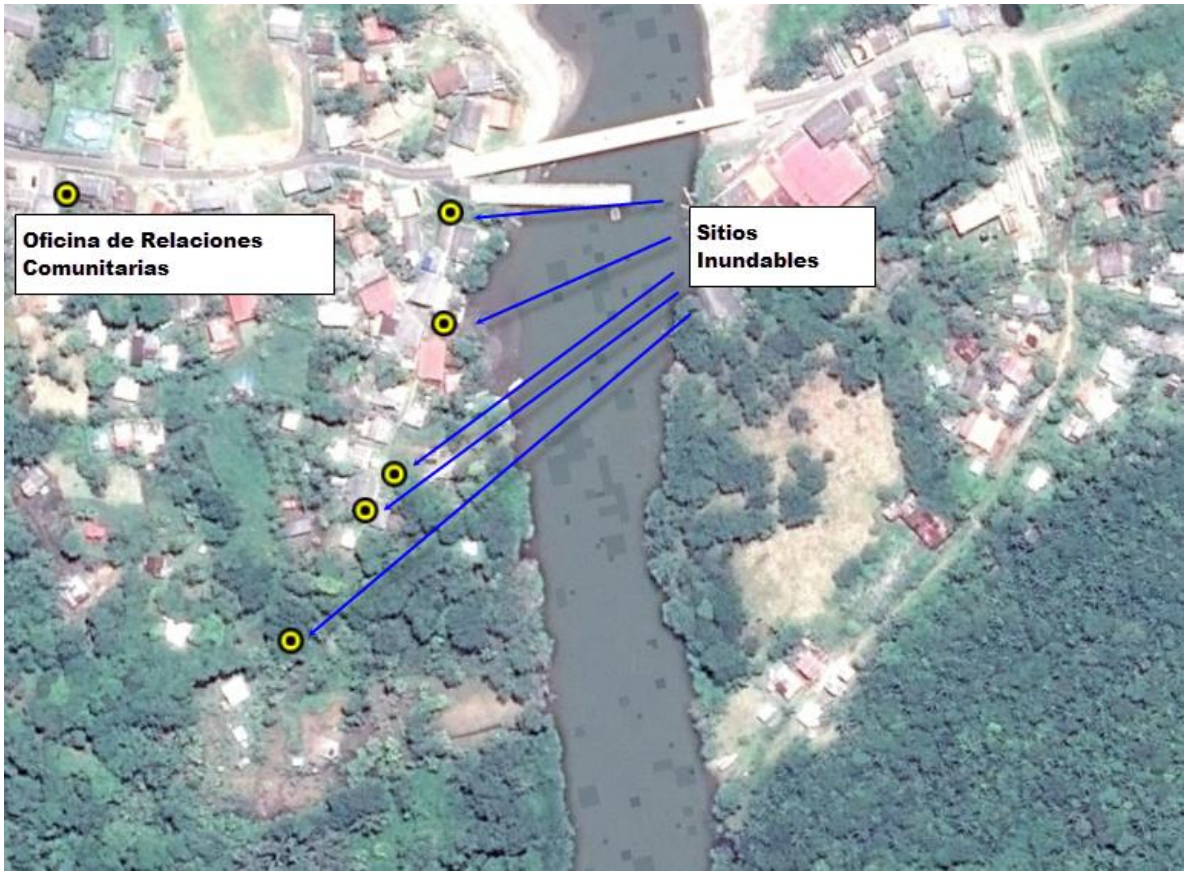
Río	Años	Mes	Poblados afectados
Indio	2006	noviembre	Boca de Río Indio, La Encantada, Alcarreto, Jobo
Indio	2002, 2016	noviembre	Boca de Río Indio, La Encantada, Alcarreto, Jobo
Uracillo	2006	noviembre	Las Marías
Teriá	1940, 2006	noviembre	Tres Hermanas

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

En la tabla 4-34 se muestran las grandes tormentas que se han dado en la cuenca de río Indio de acuerdo a varios moradores entrevistados sobre el tema. Con la excepción de la de 1940, solo se han incluido aquellas inundaciones en donde más de un entrevistado la mencionó. Lo interesante del registro es que todas las grandes inundaciones documentadas se dieron en el mes de noviembre.

Durante una visita realizada el 4 de diciembre a las 9:00 a.m. a la comunidad de Boca de Río Indio en compañía de la Licda. Delia Hernández, promotora social, que trabaja en la Oficina de Relaciones Comunitarias ubicada en la comunidad de Boca de Río Indio se identificaron diferentes sitios que fueron afectados por la inundación de noviembre de 2006. En la figura 4-51 se presenta una imagen aérea con la ubicación de la Oficina de Relaciones Comunitarias y los diferentes sitios inundables durante el evento en noviembre del 2006. De igual forma la Licda. Hernández comentó que la comunidad Pueblo Viejo, ubicada en la margen derecha del río Indio en su desembocadura, se ve afectada con mayor frecuencia por las inundaciones ya que esta es un área más baja y plana que la zona en la margen izquierda.

Figura 4-51
Sitios de referencia ubicadas en la comunidad de Boca de Río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Durante el recorrido se identificaron viviendas en la margen izquierda del río Indio que forman parte de la planicie inundable del río, en las figuras 4-52 y 4-53 se presentan fotografías aéreas con las ubicaciones de algunas fotos tomadas durante el recorrido.

Figura 4-52
Ubicación de casa ubicada en planicie inundable al inicio del recorrido por vereda en la comunidad de Boca de río Indio

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-53
Ubicación de casa ubicada en planicie inundable en la desembocadura del río Indio

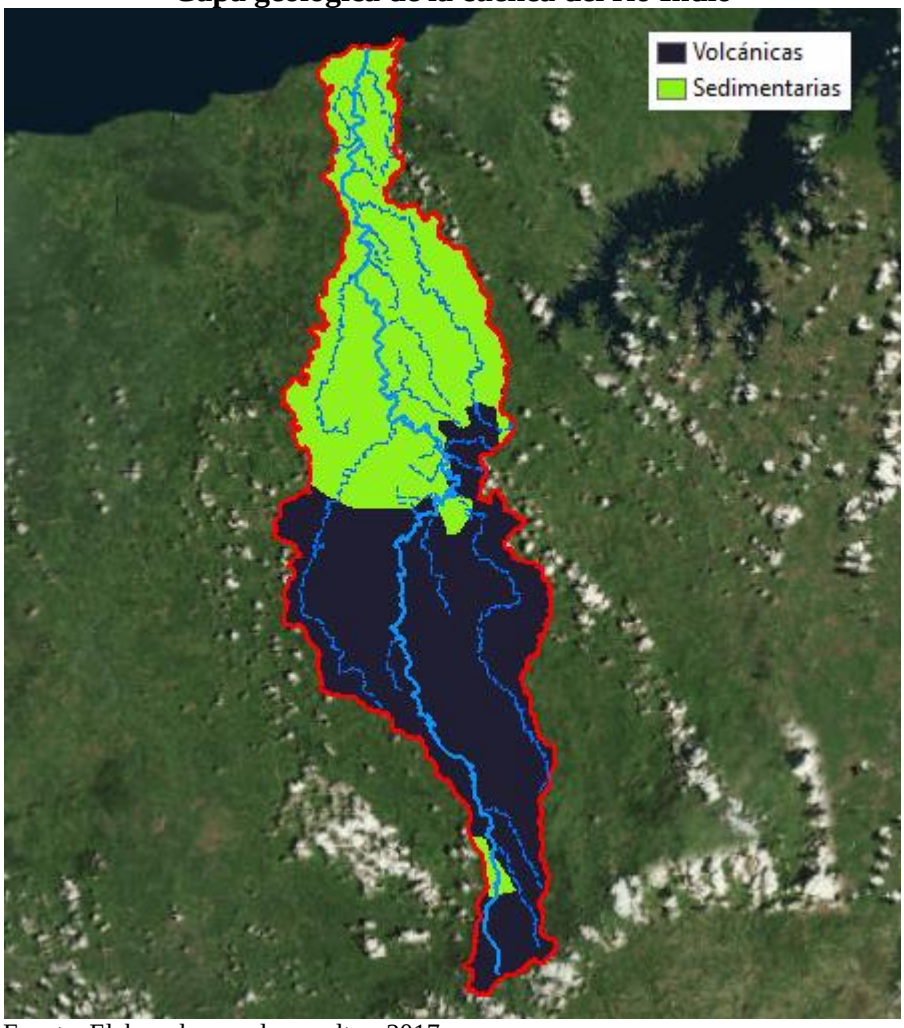
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Análisis de vulnerabilidad cuenca del río Indio

Geología

Según la de Mapa Geológico del ATLAS ambiental de la República de Panamá, la cuenca del río Indio está compuesta por dos formas: Volcánicas y Sedimentarias. La implementación de esta variable dentro del modelo de vulnerabilidad es utilizada para determinar como la variación de las formas geológicas influye en la filtración de aguas en capas y estratos profundos del suelo al momento de un evento determinado. En la figura 4-54 se presenta la distribución espacial de las formas geológicas de la cuenca del río Indio y en el cuadro No. 25 la clasificación designada en cuanto a la vulnerabilidad a la inundación.

Figura 4-54
Capa geológica de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-35
Clasificación de la Geología para modelo de vulnerabilidad

Formas Geológicas	Vulnerabilidad
Volcánicas	5
Sedimentarias	7

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Distancia a ríos

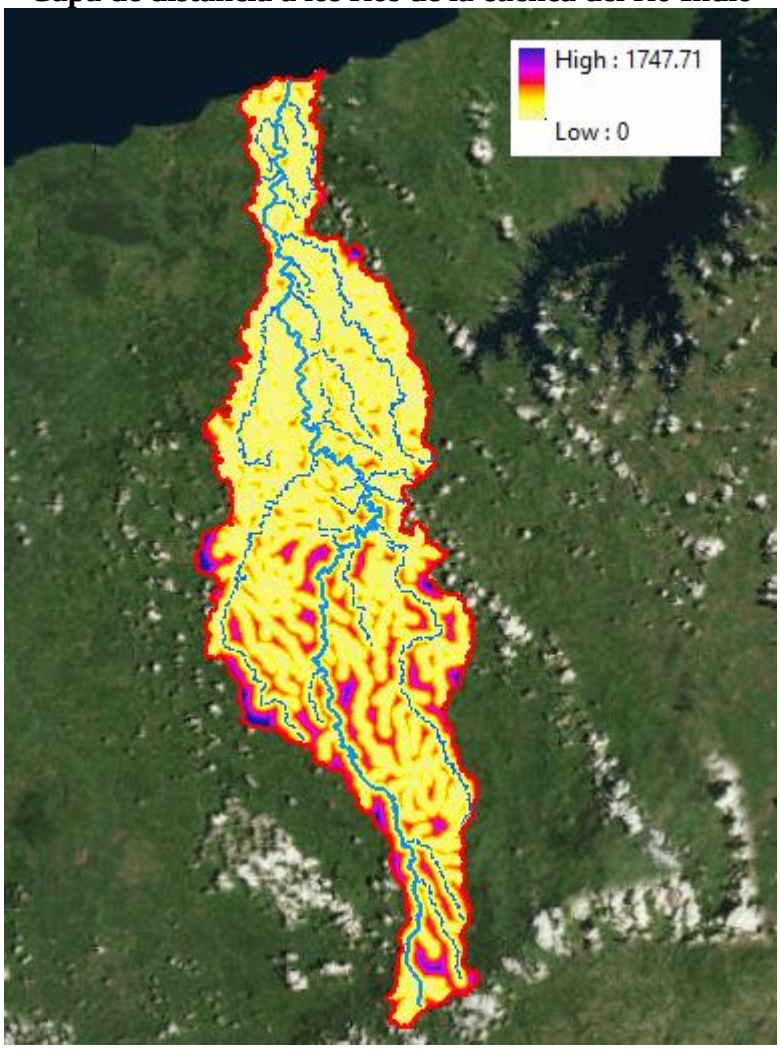
Otro parámetro muy importante a considerar dentro de la vulnerabilidad a inundaciones y quizás el que mayor relevancia puede tener es la distancia de una determinada zona a las diversas fuentes hídricas existentes dentro de la cuenca del río Indio (ríos primarios, secundarios, quebradas, etc). Se implementó la herramienta de distancia euclidiana de ArcGIS para poder definir una serie de rangos de distancias, que luego fueron reclasificadas en función de la distancia existente entre los drenajes y las zonas, en donde a menor es la distancia mayor es la vulnerabilidad y a mayor es la distancia menos vulnerable será la zona contra una inundación. En la tabla 4-36 la clasificación de la vulnerabilidad ante esta variable y en la figura 4-55 se presenta la variación de la distancia euclidiana en la cuenca del río Indio.

Tabla 4-36
Clasificación de la distancia a ríos para modelo de vulnerabilidad

Distancia a Ríos	Vulnerabilidad
0-20	10
20-40	9
40-60	8
60-80	7
80-150	6
150-200	5
200-300	4
300-900	3
900-1200	2
1200-1747.7	1

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Figura 4-55
Capa de distancia a los ríos de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Pendiente

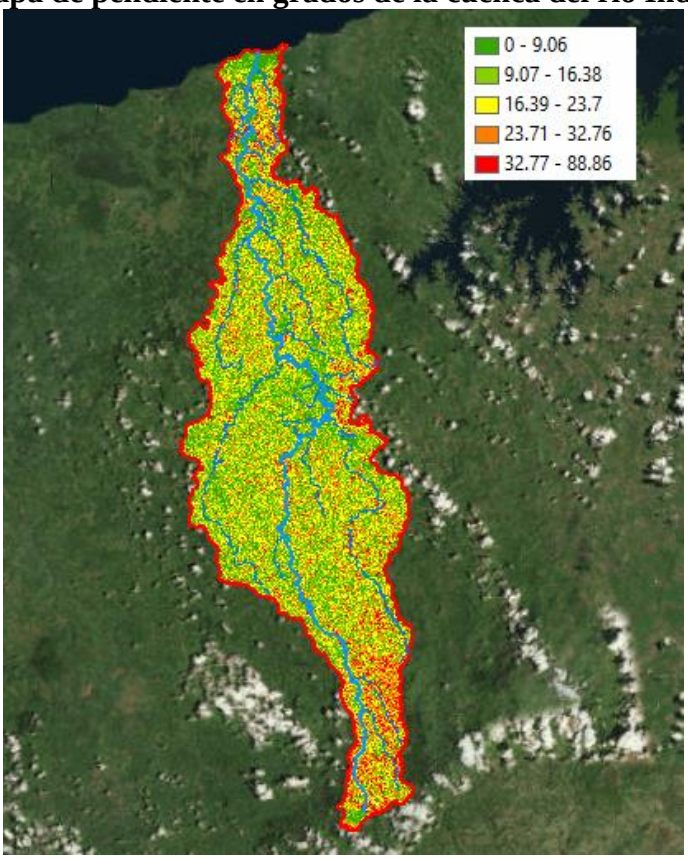
Tal como se ha mencionado anteriormente, la pendiente es la variación de tasa existente entre dos puntos relacionando la distancia entre ambos y la diferencia de elevación. Dentro del modelo de vulnerabilidad una pendiente suave o baja, será más vulnerable que aquella que sea fuerte o más alta, ya que en aquellas pendientes bajas el agua tiende a depositarse y el tiempo en que drena es mayor, mientras que en pendientes altas el agua discurre mucho más rápido. En la tabla 4-37 se presenta la clasificación de la pendiente en función de su variación y en la figura 4-56 como es la variación de la pendiente en la cuenca del río Indio.

Tabla 4-37
Clasificación de la pendiente para modelo de vulnerabilidad

Pendiente	Vulnerabilidad
0-4	10
4-8	9
8-13	8
13-18	7
18-25	6
25-30	5
30-45	4
35-40	3
40-50	2
50-88.85	1

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Figura 4-56
Capa de pendiente en grados de la cuenca del río Indio

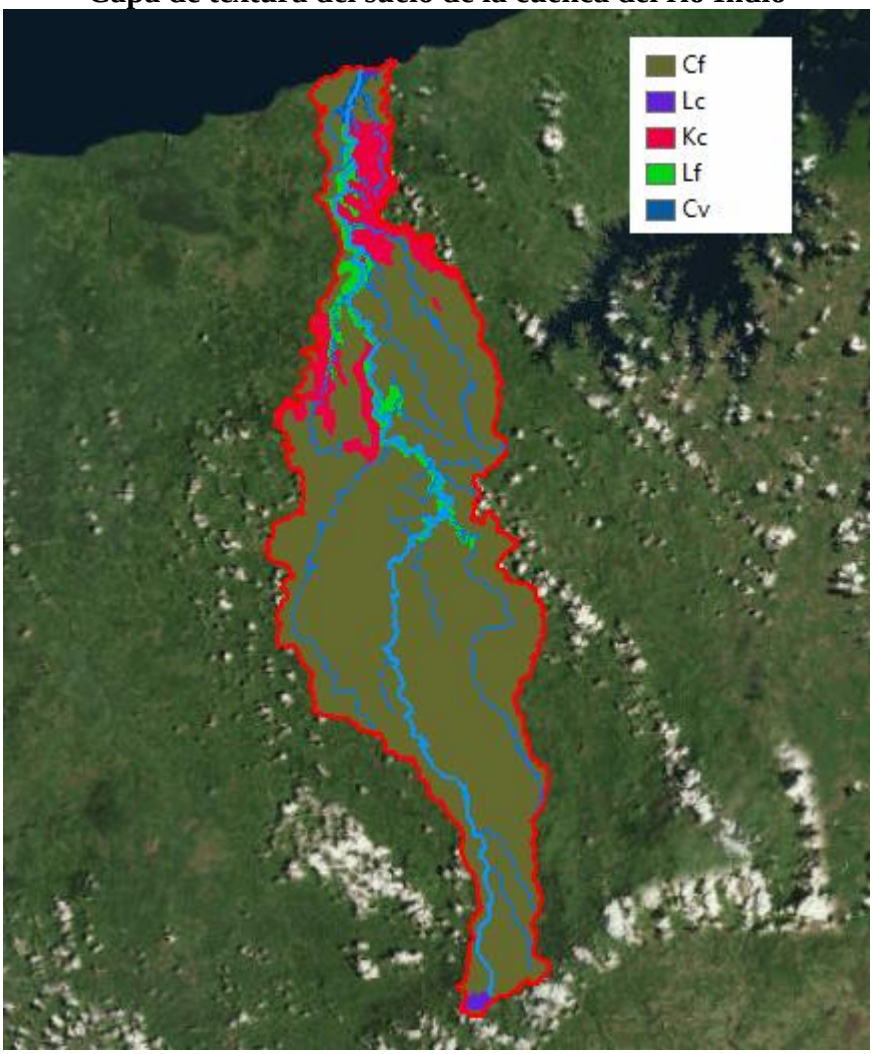


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tipo de Suelo

La variable de tipo de suelo, es un parámetro importante dentro del modelo de vulnerabilidad, ya que la variación del tipo de suelo determina que tan rápido puede filtrarse el agua dentro de una zona determinada en función de la textura que tenga el suelo. La mayor parte de la cuenca del río Indio cuenta con un suelo con textura arcillosa fina casi en un 95% del área total de la cuenca. En la figura 4-57 se presenta la distribución espacial del tipo de suelo de la cuenca del río Indio y en la tabla 4-38 la clasificación de la vulnerabilidad en función de la variación de la textura.

Figura 4-57
Capa de textura del suelo de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

La clasificación de las siglas de CATAPAN que corresponden a la cuenca del río Indio se describe a continuación:

Cf = Textura arcillosa fina.
Lc = Textura francosa gruesa.
Kc = Textura de esqueleto arcilloso.

Lf = Textura francosa fina.
Cv = Textura Arcillosa muy fina.

Tabla 4-38
Clasificación del tipo de suelo para modelo de vulnerabilidad

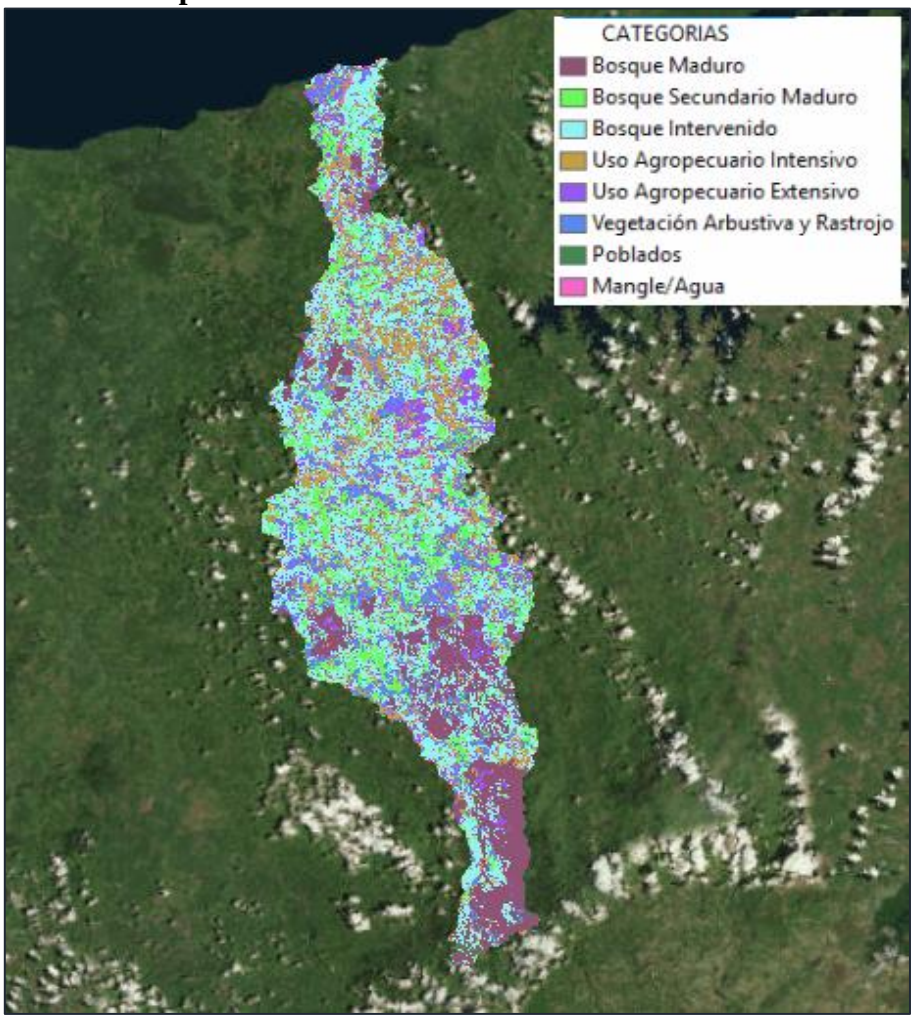
Tipo de Suelo	Vulnerabilidad
Cf	9
Lc	5
Kc	3
Lf	6
Cv	10

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Uso de Suelo

El uso de suelo o cobertura vegetal utilizado dentro del modelo de vulnerabilidad forma parte de una capa de cobertura boscosa del año 2017 elaborada dentro del componente de uso de suelo para la Línea Base Ambiental de la cuenca del río Indio. El uso de suelo es una variable de mucha influencia en un análisis de vulnerabilidad de inundación, ya que dependiendo de cómo sea la cobertura así mismo será la tasa de infiltración. Por ejemplo, una carretera asfaltada será más vulnerable a que se inunde, a una zona donde haya bosque en donde existirá un porcentaje de agua que se filtrará. En la figura 4-58 se presenta la distribución espacial dentro de la cuenca del río Indio y en la tabla 4-39 la clasificación de los usos de suelo con relación a la susceptibilidad a la inundación.

Figura 4-58
Capa de uso de suelo de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-39
Clasificación del uso de suelo para modelo de vulnerabilidad

Uso de Suelo	Vulnerabilidad
Bosque Maduro	2
Bosque Secundario	3
Bosque Intervenido	4
Vegetación Arbustiva y Rastrojo	7
Mangle	10
Agua	10
Poblados	9
Uso Agropecuario Intensivo	5
Uso Agropecuario Extensivo	6

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Generación de mapa de vulnerabilidad de la cuenca del río Indio

Una vez que se tienen clasificadas las variables que forman parte del análisis de vulnerabilidad se establecen ponderaciones o pesos para cada una de estas variables y se designan Categorías de Vulnerabilidad. En la tabla 4-40 se presenta la ponderación utilizada y en la tabla 4-41 las categorías clasificadas en función de la variación espacial de la vulnerabilidad y sus valores estimados por el modelo SIG.

Tabla 4-40
Ponderaciones o pesos utilizados en modelo de vulnerabilidad de inundación en la cuenca del río Indio

Variable	Ponderación
Geología	10%
Tipo de Suelo	15%
Uso de Suelo	20%
Pendiente	30%
Distancia a Ríos	25%
Total	100%

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

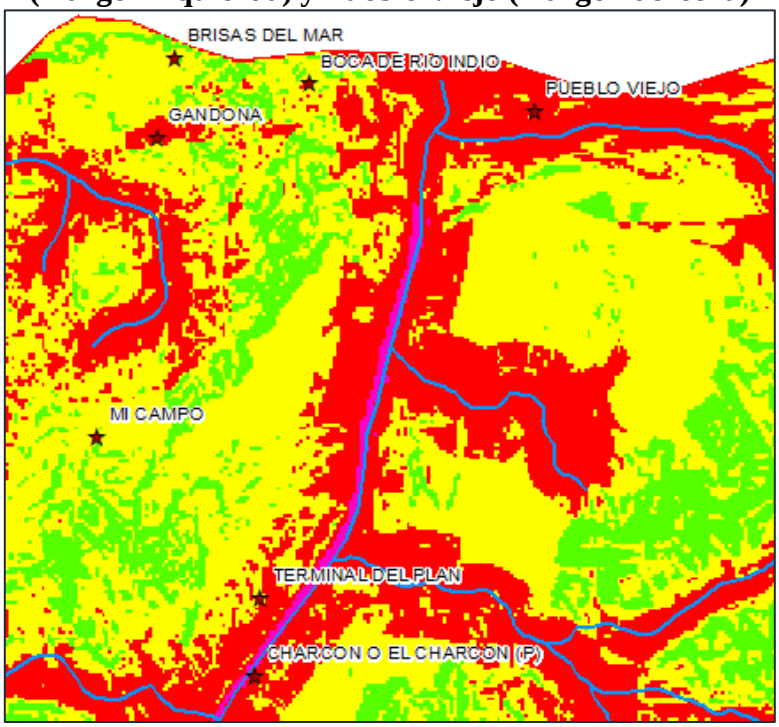
Tabla 4-41
Clasificación de los grados de vulnerabilidad implementados en el modelo

Valor de Vulnerabilidad	Grado de Vulnerabilidad
3	Baja
4	Baja
5	Baja
6	Baja
7	Media
8	Alta
9	Alta
10	Muy Alta

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

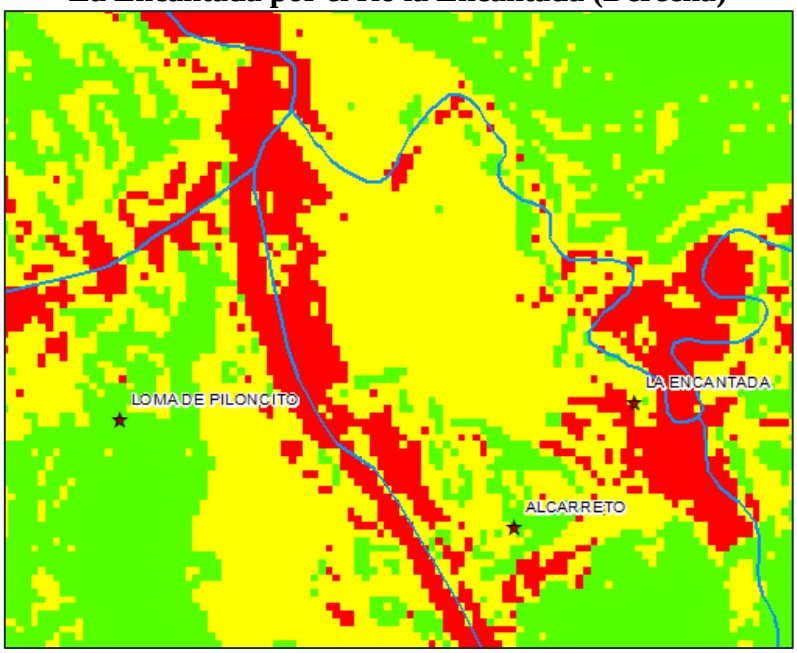
Los resultados del modelo se presentan mediante el mapa de vulnerabilidad de la cuenca del río Indio en el mapa 12 al final del capitulo. En las figuras 4-59 a 4-63 se presentan zonas de identificación de vulnerabilidad de inundación en función de eventos históricos registrados en la desembocadura del río Indio, comunidad de La Encantanda, El Jobo, la ubicación de la estación de Boca de Uracillo y la comunidad en Teriá respectivamente.

Figura 4-59
Desembocadura del río Indio en las comunidades de Boca de río Indio (margen izquierda) y Pueblo Viejo (margen derecha)



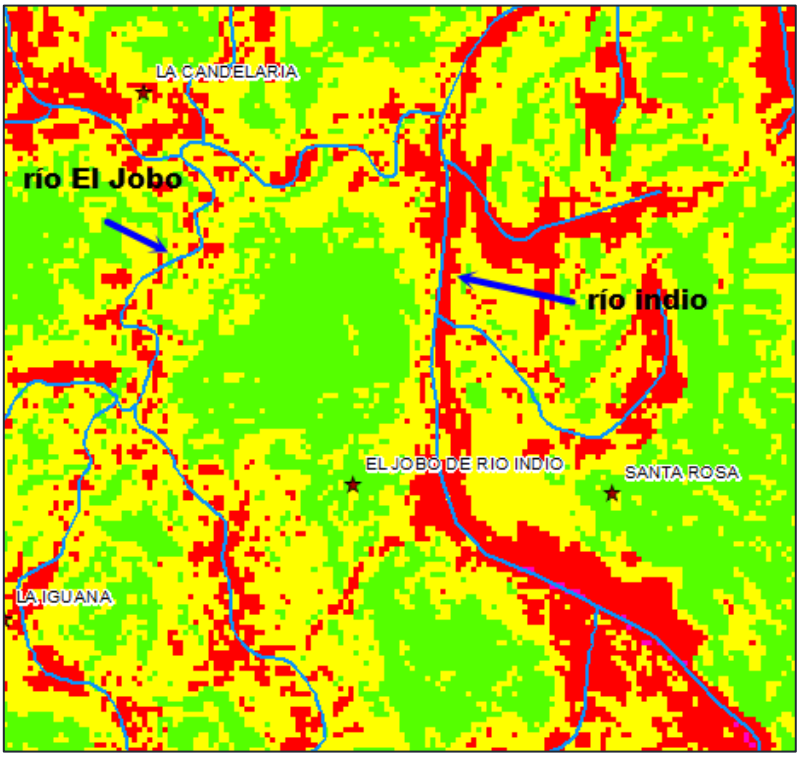
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-60
Comunidades de Alcarreto influenciados por río Indio (Izquierda) y La Encantada por el río la Encantada (Derecha)



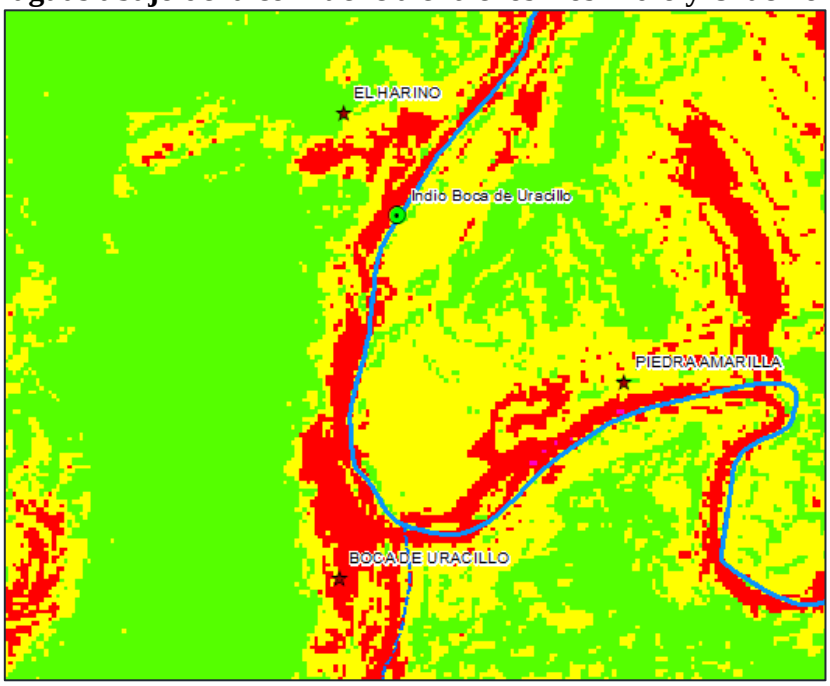
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-61
Vulnerabilidad en la Confluencia del río Jobo con el río Indio



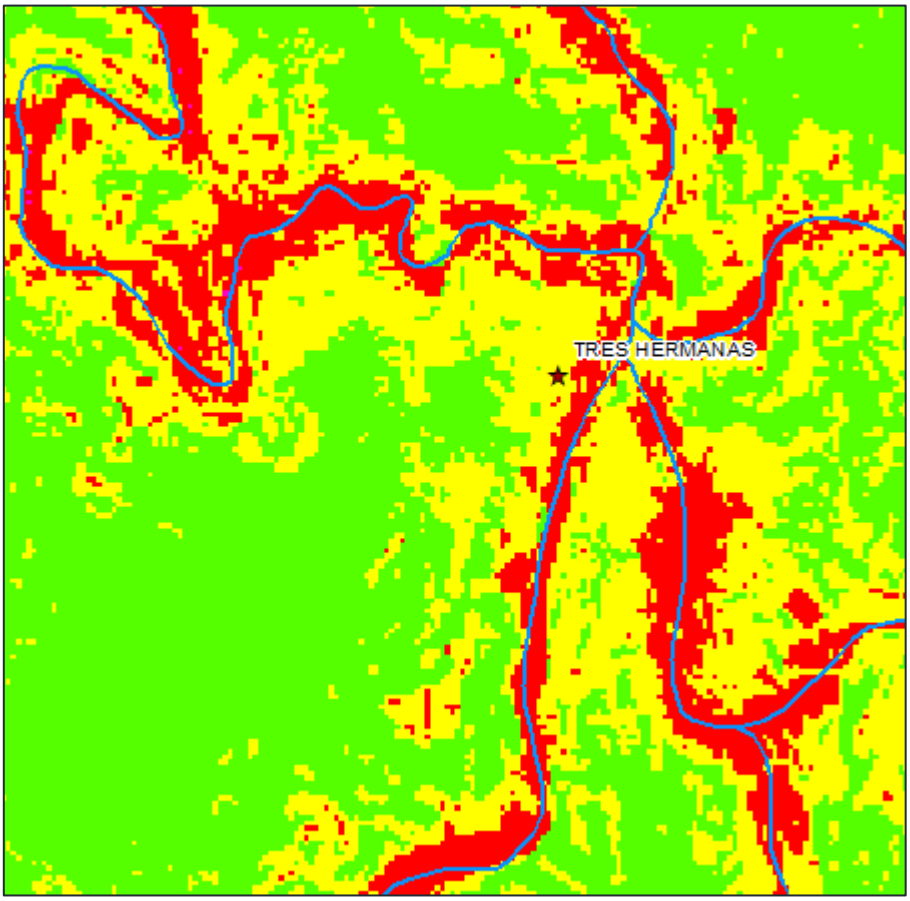
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-62
Vulnerabilidad en la zona de ubicación de la Estación de Boca de Uracillo en el río Indio aguas abajo de la confluencia entre los ríos Indio y Uracillo



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-63
Vulnerabilidad cerca de la comunidad Tres Hermanas en el río Teriá

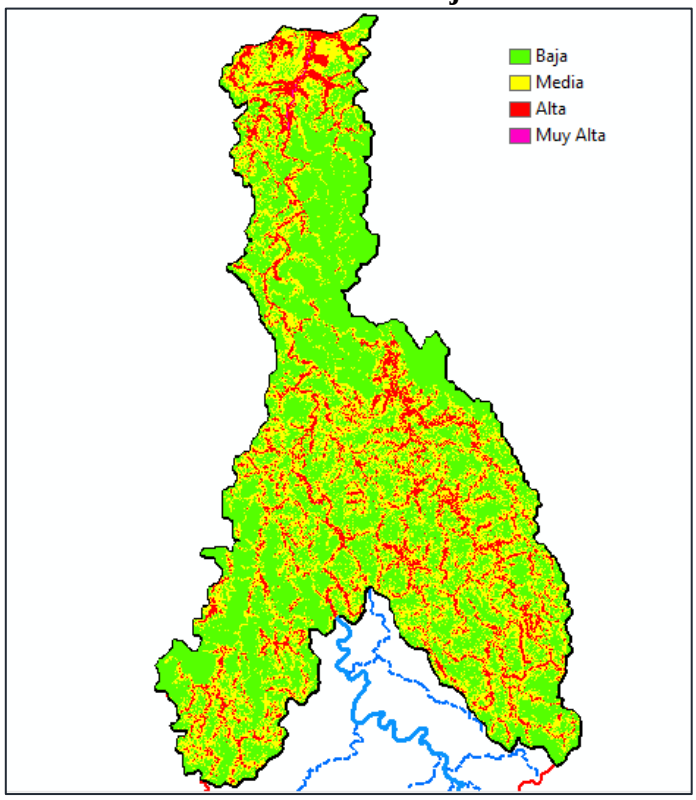


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Vulnerabilidad en tramo bajo, medio y alto de la cuenca del río Indio

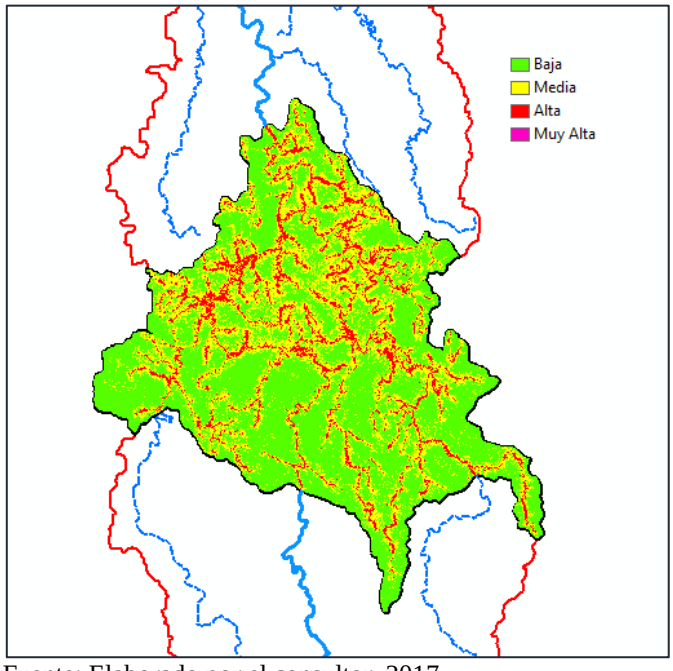
Con la idea de poder tener una mayor apreciación de la variación espacial de la vulnerabilidad se estimará para el tramo bajo, medio y alto de la cuenca del río Indio. En la figura 4-64 a 4-66, se presenta la vulnerabilidad de inundación para el tramo bajo, medio y alto respectivamente.

Figura 4-64
Vulnerabilidad de inundación en tramo bajo de la cuenca del río Indio



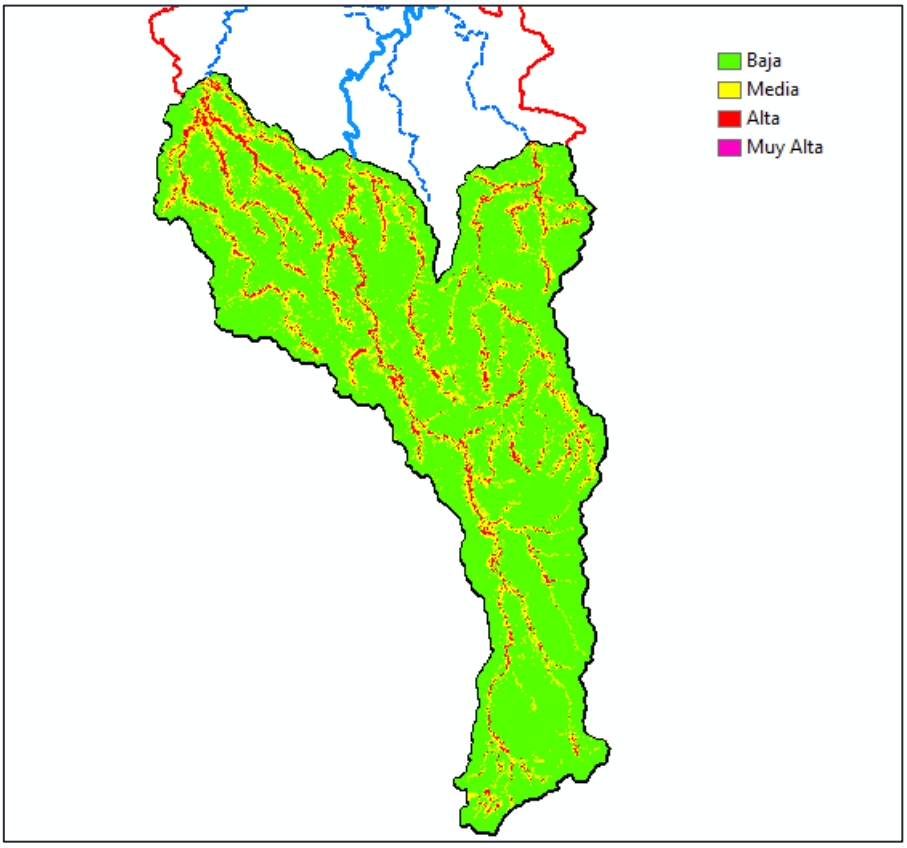
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-65
Vulnerabilidad de inundación en tramo medio de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-66
Vulnerabilidad de inundación en tramo alto de la cuenca del río Indio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

En términos de vulnerabilidad por tramos, el más vulnerable es el tramo bajo, luego el medio y por último, el alto. En las tablas 4-42, 4-43 y 4-44 se presentan los cuadros con las áreas vulnerables por categoría y los porcentajes de influencia para los tres (3) tramos de la cuenca del río Indio.

Tabla 4-42
Áreas vulnerables en el tramo alto de la cuenca del río Indio

Vulnerabilidad	Área (Km^2)	% Área Vulnerable
Baja	176.80	79%
Media	36.45	16%
Alta	10.67	5%
Muy Alta	0.00	0%
	223.92	100%

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-43
Áreas vulnerables en el tramo medio de la cuenca del río Indio

Vulnerabilidad	Área (Km^2)	% Área Vulnerable
Baja	97.22	59%
Media	50.20	31%
Alta	16.67	10%
Muy Alta	0.03	0%
	164.12	100%

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

Tabla 4-44
Áreas vulnerables en el tramo bajo de la cuenca del río Indio

Vulnerabilidad	Área (Km^2)	% Área Vulnerable
Baja	99.11	52%
Media	66.31	35%
Alta	23.97	13%
Muy Alta	2.22	1%
	191.61	100%

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017

4.1.6.2 Calidad de las aguas superficiales

La campaña de monitoreo de cuerpos superficiales se da entre el 12 y 26 de octubre de 2017 correspondiente a la estación lluviosa. Para tal fin, se tomaron muestras en 14 sitios, los cuales incluyeron afluentes y secciones del río Indio, en los tres tramos en la que fue dividida la cuenca de río Indio, tramo alto, medio y bajo. Las muestras fueron tomadas a nivel de superficie y de fondo. En total se colectaron 80 muestras de agua, de las cuales 56 corresponden a muestras principales (28 muestras de superficie y 28 de fondo); 24 duplicados de las muestras principales (12 duplicados de muestras de superficie y 12 de fondo). Estos duplicados fueron distribuidos en los tres tramos, tal como se aprecia en la tabla 4-45.

En el tramo alto se evaluaron 3 secciones del río Indio, las cuales se ubican en las comunidades de Claras Abajo, Altos de la Mesa y Río Indio de Los Chorros. En tanto los afluentes evaluados en este tramo fueron los siguientes: i) río Jordanal muestreado en la comunidad de Jordanal, ii) río Uracillo en las Marías, río Teriacito muestreado en la comunidad de Bajo Grande y río Teriá muestreado en la comunidad de Teriá Nacimiento. En el tramo alto se tomaron muestras en duplicado en las comuniades de Claras Abajo y Altos de La Mesa.

En el tramo medio se muestreó una sección de río Indio a la altura de la comunidad de Boca de Uracillo, tomándose duplicados a nivel de superficie y fondo. En río Teriá se colectaron muestras en el área de Tres Hermanas con sus duplicados de superficie y fondo.

Finalmente en el tramo bajo se tomaron muestras en dos secciones de río Indio a nivel de las comunidades de El Charcón y Dominical, en el Charcón se tomaron muestras en duplicado a nivel

de superficie y fondo. Los afluentes muestreados en este tramo, fueron los ríos La Encantada, con colectas en las áreas de La Encantada y Las Cruces, en este último sitio se tomaron muestras en duplicado a nivel de superficie y fondo; mientras que en el río Jobo se realizó el muestreo a la altura de la comunidad de Guayabalito y se colectaron muestras a nivel de fondo y superficie, tal como se observa en la tabla 4-45.

Tabla 4-45
Sitios de colecta y número de muestras colectadas

Tramo	Río/Sitio de muestreo	Código de la muestra	Nivel de muestreo		Duplicados		Totales
			Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	
Tramo Alto	**Río Indio**						
	Las Claras Abajo	SW-10A	1	1	1	1	4
		SW-10B	1	1	1	1	4
	Altos de La Mesa	SW-14A	1	1	1	1	4
		SW-14B	1	1	1	1	4
	Río Indio de los Chorros	SW-6A	1	1			2
		SW-6B	1	1			2
	Río Jordanal						
	E l Jordanal	SW-11A	1	1			2
		SW-11B	1	1			2
	Río Uracillo						
	Las Marías	SW-8A	1	1			2
		SW-8B	1	1			2
	Río Teriacito						
	Bajo Grande	SW-13A	1	1			2
		SW-13B	1	1			2
	Río Teriá						
	Teriá Nacimiento	SW-12A	1	1			2
		SW-12B	1	1			2
Tramo Medio	**Río Indio**						
	Boca de Uracillo	SW-7A	1	1	1	1	4
		SW-7B	1	1	1	1	4
	Río Teriá						
	Tres Hermanas	SW-9A	1	1	1	1	4
		SW-9B	1	1	1	1	4
Tramo Bajo	**Río Indio**						
	El Charcón	SW-1A	1	1	1	1	4
		SW-1B	1	1	1	1	4
	Dominical	SW-5A	1	1			2
		SW-5B	1	1			2
	Río La Encantada						
	La Encantada	SW-2A	1	1			2
		SW-2B	1	1			2
	Las Cruces	SW-3A	1	1	1	1	4

Tramo	Río/Sitio de muestreo	Código de la muestra	Nivel de muestreo		Duplicados		Totales
			Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	
		SW-3B	1	1	1	1	4
	Río Jobo						
	Guayabalito	SW-4A	1	1			2
		SW-4B	1	1			2
Totales			28	28	12	12	80

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Características de sitios de muestreo

En la tabla 4-46, se describen las características relevantes de cada sitio de muestreo por tramo de la cuenca de río objeto de esta evaluación ambiental. En el tramo alto de la cuenca, específicamente en los sitios de muestreo correspondientes al cauce del río Indio, se presentan áreas con parches de bosque secundario y potreros en algunos casos con pasto mejorado, cultivos de plátano y café en las márgenes, así como el cultivo de berro en algunas secciones del río, específicamente cerca a Altos de la Mesa. En tanto hacia los afluentes ubicados en este tramo, el bosque se presenta como bosque de galería en diversos estados sucesionales y pocas viviendas como es el caso del río Jordanal, mientras que en el río Uracillo en los márgenes se encuentra vegetación arbustiva indicando una vegetación de rastrojo y en mayor grado áreas de pastoreo, hay más viviendas con su centro escolar, los cuales se encuentran cerca del sitio de muestreo. En el río Teriacito se caracteriza el sitio de muestreo por presentar vegetación de rastrojo, cultivos de plátano y café, aguas abajo hay un paso de personas, vehículos y animales.

En el tramo medio, la sección de río Indio muestreada se encuentra cerca de una antigua estación hidrológica en desuso, y de un bosque secundario alternando con zonas de pastoreo donde el ganado tiene acceso directo al río. Mientras que uno de los afluentes que drena al río Indio, correspondiendo al río Teriá, el sitio de muestreo se caracteriza por presentar una pequeña plantación de teca, además de árboles dispersos en las márgenes, en tanto aguas abajo del sitio muestreado se realizan actividades de cruce de vehículos y ganado a través del río ya que no existe un puente que conecte el Este de la cuenca con la comunidad de Tres Hermanas y demás poblados aislados por este río, solo existe un zarzo para el cruce de personas y mercancías cuando el nivel del río ha aumentado.

En los sitios de muestreo ubicados en el tramo bajo, hay más presencia antropogénica con viviendas en ambas márgenes de río Indio, además de bosque secundario en diversas etapas sucesionales alternando con sitios de pastoreo con acceso directo al agua para el ganado. Situación similar se presenta en los sitios ubicados en los afluentes que drenan al río como es el caso de los ríos La Encantada y Jobo, ver tabla 4-46.

Tabla 4-46
Características de los sitios de muestreo en cada tramo de la cuenca de río Indio

Tramo	Fecha de Muestreo	Código de la muestra		Descripción del Sitio
ALTO	18-10-2017	Río Indio	*SW-10A	Sitio con parches de bosque y potreros con pasto mejorado, escasas viviendas cercanas al cauce. Se observa pastoreo de animales cercano al río. Profundidad aproximada de 2.0 metros.
			*SW-10B	
	19-10-2017		*SW-14A	Sitio rodeado de vegetación arbustiva, cerca al punto de muestreo se observan áreas dentro del río con cultivo de berro, en las márgenes plátano y café. Además se observan pocas casas aguas abajo del sitio de toma de muestras. El agua fluye libremente en el cauce. Profundidad aproximada de 30 centímetros.
			*SW-14B	
	20-10-2017		SW-6A	Sitio rodeado de bosque secundario, con una masa vegetal muy densa. No se observaron casas cercanas al sitio de colecta. El agua fluye libremente en el cauce. Profundidad aproximada de 30 centímetros.
			SW-6B	
	19-10-2017	Río Jordanal	SW-11A	Sitio rodeado de bosque de galería, cercano al camino que conduce a la comunidad de El Harino, no se observaron casas cercanas al sitio de muestreo. Profundidad aproximada de 30 cm.
			SW-11B	
	25-10-2017	Río Uracillo	SW-8A	Sitio rodeado de vegetación arbustiva, cercana a sitios de pastoreo, viviendas y un centro escolar. Aguas abajo del sitio de muestreo se encuentra un paso de caballos, ganado y vehículos. Profundidad aproximada de 1.0 m.
			SW-8B	
	26-10-2017	Rio Teriacito	SW-13A	Sitio rodeado de vegetación arbustiva, cerca al sitio de muestreo hay casas con cultivos como plátano y café. Además, se observan pastizales con frutales dispersos. Aguas abajo del sitio de colecta se observa un área de paso de personas, vehículos y animales. Profundidad aproximada de 40 cm.
			SW-13B	
	20-10-2017	Río Teriá	SW-12A	Sitio rodeado por algunos árboles dispersos combinados con cultivo de café y plátano, a un lado del cauce. Profundidad aproximada de 30 cm.
			SW-12B	
MEDIO	13-10-2017	Río Indio	*SW-7A	Sitio cercano a una estación hidrológica en abandono, se observó bosque secundario alternado con zonas de pastoreo, donde el ganado tiene acceso directo al cauce. Profundidad aproximada de 2.5 metros.
			*SW-7B	
	26-10-2017	Río Teriá	*SW-9A	Se observó cerca al sitio de muestreo una pequeña plantación de teca. En las riberas del río se observan árboles dispersos. Cerca de la comunidad de Tres Hermanas se observó escorrentía proveniente de la comunidad. Aguas abajo del sitio, se registra un paso moderado de vehículos y caballos. Profundidad aproximada de 40 cm.
			*SW-9b	
BAJO	12-10-2017	Río Indio	*SW-1A	Sitio de colecta cercano a casas en ambos lados del cauce del río, alternando con sitios de pastoreo y parches de vegetación dispersa cerca al cauce. Profundidad aproximada de 10.0 m.
			*SW-1B	

Tramo	Fecha de Muestreo	Código de la muestra		Descripción del Sitio
	13-10-2017		*SW-5A	Se observó bosque secundario en diversas etapas sucesionales. Además de zonas de pastoreo, donde el ganado tiene acceso directo al cauce. Profundidad aproximada de 5.0 m.
			*SW-5B	
	12-10-2017	**Río La Encantada**	*SW-2A	Sitio de colecta caracterizado por presentar áreas de pastoreo y viviendas. Profundidad aproximada de 2.5 m.
			*SW-2B	
	23-10-2017		*SW-3A	Sitio cercano a potreros sin pasto mejorado, el ganado tiene acceso libre al cauce. Se observaron algunos árboles dispersos en potreros, no hay viviendas cercanas al sitio de muestreo. Profundidad aproximada de 1.0 m.
			*SW-3B	
	12-10-2017	**Río Jobo**	SW-4A	Sitio de colecta con remanentes de bosques en los márgenes del río, algunas márgenes con taludes descubiertos. Además, se observaron potreros con acceso al río para el ganado. Profundidad aproximada de 1.0 m.
			SW-4B	

Fuente: Elaborado por URS Holdings Inc.

Resultados de los análisis de calidad de las aguas

En la tabla 7-46, se presentan los resultados de las mediciones de los parámetros físicos medidos en campo durante las giras de colectas de las muestras de agua superficial, así como de los análisis de estas muestras en laboratorio. Cabe destacar que la información presentada en la tabla antes mencionada, se ha organizado por tramo (alto, medio y bajo), cada tramo incluye aquellas secciones del río Indio y de los afluentes corresponden, ver tablas 4-45 y 4-46. A continuación se describen los resultados obtenidos por cada tramo de la cuenca.

- **Tramo alto**

De los 15 parámetros evaluados para la calidad de agua, uno excedió los valores de referencia, siendo estos los coliformes fecales. Al considerar solo este parámetro con la norma de referencia, podrían considerarse estas aguas de alto riesgo. Sin embargo, los demás parámetros evaluados cumplen con los rangos establecidos en esta normativa, por lo que se puede establecer que la calidad de estas aguas en este tramo puede considerarse de mediana calidad debido al número de coliformes registrados en esta campaña de muestreo. En las siguientes secciones se describen los resultados obtenidos en cada parámetro evaluado.

Parámetros medidos en campo

En este tramo se colectaron muestras de superficie y de fondo en 3 secciones de río Indio como río principal y en 3 de sus afluentes (ríos secundarios), siendo estos los ríos Jordanal, Teriá, Teriacito y Uracillo. Los mediciones en campo en las 3 secciones del río Indio registraron rangos de pH entre 7.04 y 7.9 tanto para superficie y fondo así como en los duplicados, mientras que los afluentes registraron rangos entre 6.51 y 7.15. Los valores más bajos de pH se registraron en los ríos Uracillo en Las Marías y río Teriacito en Bajo Grande.

La conductividad eléctrica en los sitios de muestreo registra valores inferiores a 1.0 µS/cm tanto para las secciones de río Indio como en sus afluentes. Mientras que no se registran valores de salinidad en ninguno de los sitios antes mencionados. La salinidad y la conductividad están relacionadas

porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas[12]. Por ende los resultados registrados en los sitios de muestreos tanto en las secciones de río Indio y sus afluentes registran una baja conductividad y una salinidad bien baja imperceptible por el instrumento de medición empleado.

En lo referente a los niveles de oxígeno disuelto, estos oscilaron entre 8.18 y 9.13 en las secciones evaluadas del río Indio, mientras que en los afluentes fue de 6.78 y 8.37, en tanto no se registran variaciones significativas en los valores de las muestras de fondo. Lo rangos de temperatura registrados en los sitios antes mencionados oscilaron entre 22.3 y 26.8 ºC en las secciones del río Indio y en los afluentes fue de 23 y 26 ºC, estos valores guardan relación a la hora en que fueron tomada la muestra que según la cadena de custodia estas fueron colectadas entre las 10:00 am y 1:00 pm (ver en anexos).

De los seis parámetros medidos en campo, 3 están normados en el Decreto Ejecutivo No. 75, "Por el cual se dicta la Norma Primaria de Calidad ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo con y sin Contacto Directo". Esta norma establece 3 niveles de riesgo, bajo riesgo, riesgo medio y alto riesgo. Siendo estos pH, oxígeno disuelto y temperatura; los valores registrados para pH se encuentran dentro de los rangos aceptables para este parámetro, de igual forma el oxígeno y temperatura según esta norma de referencia. Cabe destacar que los valores registrados de oxígeno disuelto en río Uracillo lo califican según esta norma de referencia como riesgo medio ya que los niveles de oxígeno se encuentran dentro del rango de 6-7 mg/l.

Resultados del análisis en laboratorio

Los resultados del análisis de coliformes fecales en las muestras de agua colectadas en las tres secciones del río Indio registraron concentraciones a nivel de superficie de 800 UFC/100 ml en las Claras Abajo, 900 UFC/100 ml en Altos de la Mesa y 800 UFC/100 ml en Río Indio de los Chorros, tal como se observa en la tabla 4-46. Las muestras colectadas a nivel de profundidad registraron valores de coliformes de 1,100, 600 y 1,300 respectivamente.

En tanto en los afluentes se registraron coliformes en las muestras de superficie de 400 UFC/100 ml en el río Jordanal, 3,700 UFC/100 ml en el río Uracillo, 500 UFC/100 ml en el río Teriacito en Bajo Grande y 1,600 UFC/100 ml en río Teriá. Mientras que en las muestras de fondo los valores fueron más altos en río Jordanal, Teriá y Uracillo registrando concentraciones de 1,100, 1,600 y 2,600 respectivamente, mientras que en el río Teriacito y Teriá fue de 600 y 700 UFC/100 ml respectivamente (Tabla 4-46A). De acuerdo a las descripciones de los sitios de colecta hay poca presencia humana cerca a los sitios de colecta, lo que sugiere que los valores registrados en estos sitios es producto del aporte de las actividades ganadera y de la fauna silvestre presente en el área.

Los valores registrados tanto a nivel superficial como de fondo en todos los puntos evaluados en este tramo, no cumplen con los niveles de calidad para las aguas continentales para uso recreativo (Decreto Ejecutivo No.75), ya sea de bajo riesgo con contacto directo y de riesgo medio sin contacto directo, por lo cual califican como aguas de alto riesgo según esta normativa, debido al alto contenido de coliformes, cuyos valores para estación lluviosa son de esperar ya que toda la escorrentía durante y después de un evento de lluvia arrastra todo tipo desecho incluyendo las heces del ganado y animales silvestres, sumado a ello el inusual periodo con mayores lluvias de este año.

[12] Folleto Informativo Conductividad Eléctrica/Salinidad. Folleto Informativo 3.1.3.0. https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/.../3130sp.pdf

Los niveles de turbiedad en las muestras de río Indio estuvieron entre 3.2 y 9.5 NTU, mientras que en las muestras de fondo osciló entre 1.3 y 19.1 NTU, tal como se observa en la tabla 4-46; mientras que en los afluentes la turbiedad fue de 1.8 en el río Jordanal, 25.6 NTU en río Uracillo, 2.5 en río Teriá y de 6.5 en el río Teriacito en las muestras de superficie, en la muestras de fondo fue de 1.8, 24.5, 2.8 y 6.2 NTU respectivamente. Al comparar los resultados obtenidos tanto en el río Indio como en sus afluentes, estos se encuentran dentro de los niveles de calidad de la norma de referencia. De igual forma se puede decir de la DBO5, cuyos resultados en río Indio fueron menores a 1.0 mg/l y 1.2 mg/l en las muestras de superficie mientras que en las de fondo estuvieron entre <1.0 y 1.5 mg/l. En los afluentes a nivel de superficie se registraron valores entre <1.0 y 1.5 mg/l y en el fondo de <1.0 y 2.5 mg/l.

En el caso de la concentración de fósforo, los mismos registraron concentraciones menores a 0.1 mg/l tanto en los duplicados como en obtenidos en los afluentes. Los niveles de fósforo total en cuerpos de agua naturales han sido utilizados para caracterizar el grado de contaminación de dichos hábitats. Los siguientes rangos han sido utilizados con dicho fin[13]:

1. **Aguas no contaminadas 0.1 mg/L > 0.2 mg/l (en lagos salinos)**
2. **Aguas superficiales no contaminadas = 0.01 – 0.05 mg/l** (la variación es grande dependiendo de la estructura geoquímica de la región)

Tomando en consideración estos valores de referencia se puede establecer que los valores registrados en las muestras (<0.1 mg/l) están cerca al rango de 0.01 y 0.05 mg/l para aguas superficiales no contaminadas.

En tanto, los nitratos estuvieron entre 0.1 y 1.5 a nivel de superficie y fondo en las muestras analizadas de río Indio; mientras que en los afluentes registraron concentraciones entre 0.1 y 0.4 mg/l a nivel de superficie y fondo, estos parámetros no están normados en el Decreto Ejecutivo No.75, sin embargo se puede decir que son bajas las concentraciones registradas en estos cuerpos de agua. La presencia de nitratos está relacionada con la presencia de animales como caballos y vacas, además de la presencia antropogénica los cuales aportan estos compuestos al río.

En cuanto a la concentración de metales en las muestras de aguas, los resultandos indican concentraciones por debajo a los 0.01 mg/l a excepción de la muestra de fondo la cual registró para arsénico 0.07 mg/l, sin embargo la misma está por debajo del límite máximo permitido de 0.1 mg/l del Decreto Ejecutivo No 75 para niveles de calidad de las aguas continentales, tal como se aprecia en la tabla 4-47.

[13] Nutrientes: Fósforo. https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p3-fósforo.pdf

Tabla 4-47
Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo alto

Tramo / No. muestra	pH	Cond.	OD	Temp.	Sal	Coliformes Fecales	Turb.	DBO5	Fósforo Total	Nitrato	Arsénico	Cadmio	plomo	Mercurio	Cromo
		(µS/cm)	(mg/l)	ºC	(%)	(UFC/100ml)	NTU	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Río Indio - tramo alto															
SW-10A	7.42	0.85	8.18	26.8	0	**800**	3.2	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-10B	7.48	0.92	8.2	26.8	0	**1100**	19.1	1.1	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14A	7.21	0.105	7.88	22.3	0	**900**	3.2	<1.0	<0.1	1.5	<0.01	<0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14B	7.04	0.103	7.75	22.3	0	**600**	1.3	<1.0	<0.1	1.5	<0.01	<0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01
SW-6A	7.9	0.071	9.13	24.2	0	**800**	9.5	1.2	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-6B	7.2	0.071	9.15	24.2	0	**1300**	10.4	1.5	<0.1	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DUPLICADOS															
SW-10A (1)	7.42	0.85	8.18	26.8	0	**400**	3.8	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-10A (2)	7.42	0.85	8.18	26.8	0	**300**	3.2	1.1	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-10B (1)	7.48	0.92	8.2	26.8	0	**800**	8.8	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-10B (2)	7.48	0.92	8.2	26.8	0	**1000**	18.5	1.3	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14A (1)	7.21	0.105	7.88	22.3	0	**300**	2.1	<1.0	<0.1	1.5	<0.01	<0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14A (2)	7.21	0.105	7.88	22.3	0	**300**	2.2	1.1	<0.1	1.5	<0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14B (1)	7.04	0.103	7.75	22.3	0	**500**	1.6	<1.0	<0.1	1.5	<0.01	<0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01
SW-14B (2)	7.04	0.103	7.75	22.3	0	**300**	1.2	1.3	<0.1	1.4	<0.01	<0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01
Río Jordanal – tramo alto															
SW-11A	7.15	0.086	8.02	24.8	0	**400**	1.8	<1.0	<0.1	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-11B	7.14	0.088	8.03	24.8	0	**1100**	1.8	<1.0	<0.1	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Río Uracillo – tramo alto															
SW-8A	6.82	0.037	6.78	24.8	0	**3700**	25.6	1.5	<0.1	0.4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-8B	6.51	0.038	6.55	24.8	0	**2600**	24.5	2.5	<0.1	0.4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Río Teriacito – tramo alto															
SW-13A	6.88	0.044	8.37	23.9	0	**500**	6.5	<1.0	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-13B	6.71	0.044	8.39	23.9	0	**600**	6.2	1.3	<0.1	0.2	<0.1	<0.03	<0.05	<0.01	<0.05
Río Teriá (Nacimiento) – tramo alto															

Tramo / No. muestra	pH	Cond.	OD	Temp.	Sal	Coliformes Fecales	Turb.	DBO5	Fósforo Total	Nitrato	Arsénico	Cadmio	plomo	Mercurio	Cromo
		(µS/cm)	(mg/l)	ºC	(%)	(UFC/100ml)	NTU	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
SW-12A	7.0	0.75	7.9	26.9	0.01	**1600**	2.5	<1.0	<0.1	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-12B	6.96	0.65	7.68	26.9	0.01	**700**	2.8	<1.0	<0.1	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Decreto Ejecutivo No. 75. Decreto Ejecutivo No. 75. Por el cual se dicta la Norma Primaria de Calidad ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo con y sin contacto directo. Esta norma establece 3 niveles de riesgo, Bajo Riesgo, Riesgo Medio y Alto Riesgo.															
Bajo riesgo	6.5-8.5	3	>7.0	Δ T3ºC	NA	<250	<50	<3	NA	NA	<0.1	<0.03	<0.05	<0.01	<0.05
Riesgo medio	6.5-8.6	3	6.0-7.0	Δ T3ºC	NA	251-400	50-100	3.0-5.0	NA	NA	<0.1	<0.03	0.05-0.2	<0.01	<0.05

Conduct.: Conductividad; OD: Oxígeno Disuelto; Temp: Temperatura; Salin.: Salinidad; UFC/100 ml: Unidades Formadoras de colonias por cada 100 ml.

- **Tramo medio**

Las muestras de las aguas superficiales muestran una calidad moderada ya que registra excedencia en 1 de los 15 parámetros evaluados tanto en campo como en laboratorio, siendo estos los coliformes fecales. Al considerar solo este parámetro con la norma de referencia la calidad de las aguas para este tramo se considera de alto riesgo debido a la concentración de coliformes presentes. Se describe a continuación los resultados encontrados por cada parámetro evaluado.

Parámetros medidos en campo

Los valores de pH en las muestras de superficie medida en la sección evaluada de río Indio en Boca de Uracillo registran valores de 6.88, mientras que en el afluente río Teriá en Tres Hermanas el pH fue de 7.22. En tanto para las muestras de fondo en río indio debido a la profundidad del sitio y la longitud del cable de la sonda multiparamétrica no se pudo realizar la medición en campo de los parámetros fisicoquímicos, mientras que en río Teriá el pH fue de 6.91. La conductividad en superficie en río Indio fue de 0.062 µS/cm, mientras que en río Teriá fue de 0.045 tanto para superficie como fondo, (ver tabla 4-48).

Los niveles de oxígeno disuelto a nivel de superficie para los ríos Indio y Teriá fue de 8.46 y 8.35 mg/l respectivamente. En fondo solo en Teriá se registró una concentración de 8.34 mg/l. mientras que la temperatura en superficie en río Indio fue de 26.1 ºC y en río Teriá fue de 25.9 y la salinidad en superficie en ambos ríos fue de 0.0% al igual que en la muestra de fondo en río Teriá.

Los parámetros fisicoquímicos medidos en campo se encuentran dentro de los niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo (Decreto Ejecutivo No. 75).

Resultados del análisis en laboratorio

Al igual que en el tramo alto en la sección de río Indio se mantienen concentraciones elevadas de coliformes fecales tanto en superficie como en fondo (3,500 UFC/100 ml), mientras que en río Teriá registra concentraciones más bajas de 600 UFC/100 ml en superficie y 400 UFC/100 ml en fondo (ver tabla 4-48). Se observan diferencias entre las muestras duplicadas con la muestra principal, las cuales juntas corresponden a un triplicado del sitio evaluado, esta diferencia no es mayor en las muestras de río Indio, en tanto en río Teriá se registra una baja concentración en la réplica Sw-9A1 con respecto a las otras dos (SW-9 y SW-9A2), las cuales registraron valores de 600 y 300 UFC/100 ml.

Los niveles de coliformes fecales reportados para la estación lluviosa exceden los criterios de calidad para las aguas continentales de uso recreativo, tanto para el río Indio como río Teriá. La muestra de fondo del río Teriá se encuentra en el límite máximo para aguas con criterio de calidad de riesgo medio, mientras que el resto se encuentra dentro del criterio de alto riesgo.

Los valores de la turbiedad en la sección de río Indio en Boca de Uracillo estuvieron en 11.6 NTU y en río Teriá en Tres Hermanas fue de 10.8 para las muestras de superficie tanto a nivel de profundidad las cuales fueron de 12.8 y 8.3 NTU respectivamente, cabe destacar la consistencia en los valores reportados entre las réplicas, es destacar que los valores registrados se encuentran por debajo de los valores máximos para los criterios de calidad de aguas continentales para aguas de bajo riesgo y riesgo bajo para ambos ríos.

Los resultados para la demanda de oxígeno (DBO_5) estuvieron inferiores a 1 mg/l en todas las muestras de los ríos Indio y Teriá tanto a nivel superficial y de fondo, cabe destacar que una muestras de fondo de los ríos Indio y Teriá en una de las réplicas registraron concentraciones de 1.0 y 1.1 mg/l, sin embargo todas por debajo de los límites establecidos en la norma de referencia. Los niveles de fósforo en las muestras presentaron bajas concentraciones a concentraciones por debajo a <0.1 mg/l en las muestras de río Indio y Teriá (ver tabla 4-48). Mientras que los nitratos registraron concentraciones de 0.1 mg/l en superficie y fondo y réplicas en las muestras de río Indio, en tanto en río Teriá se registraron concentraciones de 0.3 y 0.2 mg/l en superficie y fondo respectivamente, en tanto las réplicas no mostraron diferencias significativas.

En cuanto a metales todos registraron concentraciones inferiores a 0.01 mg/l por lo cual se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos para los criterios de calidad de la norma de referencia, ver tabla 4-48.

Finalmente se puede concluir que de todos los parámetros evaluados, solo el de los coliformes fecales presenta concentraciones por encima de los valores norma de referencia para este parámetro (bajo riesgo: <250 y riesgo medio: 251-400 UFC/100 ml).

Tabla 4-48
Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo medio

Tramo / No. muestra	pH	Conduct.	OD	Temp.	Salin.	Coliformes Fecales	Turbiedad	DBO5	Fósforo Total	Nitratos	Arsénico	Cadmio	plomo	Mercurio	Cromo
		(µS/cm)	(mg/l)	ºC	(%)	(UFC/100ml)	NTU	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Río Indio - tramo medio															
SW-7A	6.88	0.062	8.46	26.1	0	**3500**	11.6	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.001	< 0.01
SW-7B	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**3500**	12.8	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
DUPLICADOS															
SW-7A (1)	6.88	0.062	8.46	26.1	0	**2900**	11.4	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-7A (2)	6.88	0.062	8.46	26.1	0	**1900**	11.4	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-7B (1)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**3800**	13.1	1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-7B (2)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**2100**	12.8	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Río Teriá - tramo medio															
SW-9A	7.22	0.045	8.35	25.9	0.0	**600**	10.7	<1.0	<0.1	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-9B	6.91	0.045	8.34	25.9	0.0	**400**	8.3	<1.0	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DUPLICADOS															
SW-9A (1)	7.22	0.045	8.35	25.9	0.0	**100**	10.8	<1.0	<0.1	0.4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-9A (2)	6.91	0.045	8.34	25.9	0.0	**300**	11.0	<1.0	<0.1	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-9B (1)	7.22	0.045	8.35	25.9	0.0	**300**	10.9	<1.0	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-9B (2)	6.91	0.045	8.34	25.9	0.0	**700**	10.9	1.1	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Decreto Ejecutivo No. 75. . Por el cual se dicta la Norma Primaria de Calidad ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo con y sin contacto directo. Esta norma establece 3 niveles de riesgo, Bajo Riesgo, Riesgo Medio y Alto Riesgo.															
Bajo riesgo	6.5-8.5	3	>7,0	Δ T3ºC	NA	<250	<50	<3	NA	NA	<0.1	<0.03	<0.05	<0.01	<0.05
Riesgo medio	6.5-8.5	3	6.0-7.0	Δ T3ºC	NA	251-400	50-100	3.0-5.0	NA	NA	<0.1	<0.03	0.05-0.02	<0.01	<0.05

Conduct.: Conductividad; OD: Oxígeno Disuelto; Temp: Temperatura; Salin.: Salinidad; UFC/100 ml: Unidades Formadoras de colonias por cada 100 ml.

- **Tramo bajo**

Al igual que en los tramos anteriores, se registra excedencia en el contenido de coliformes fecales en las muestras evaluadas, sumado a ello algunas muestras registraron altos valores en la turbiedad. Comparando estos valores con la norma de referencia, estas aguas pueden considerarse de alto riesgo, sin embargo al tomar en cuenta todo el conjunto de parámetros evaluados, estas aguas pueden considerarse aguas de calidad moderada.

Parámetros medidos en campo

Las secciones de río Indio evaluadas en los sitios El Charcón y Dominical registraron valores de pH entre 6.2 y 6.91 a nivel de superficie mientras que a nivel de fondo por la profundidad de ambos sitios, se hizo imposible medir los parámetros en campo debido a la longitud del cable de la sonda.

En cambio en los afluentes como el río La Encantada registraron valores a nivel de superficie de 6.54 y 7.12 en La Encantada y la comunidad de Las Cruces, mientras que en el río Jobo a la altura de la comunidad de Guayabalito fue de 6.57; a nivel de fondo registraron valores de 7.13 río La Encantada en Cruces y 6.39 en río Jobo en Guayabalito, por las inconvenientes antes descritos no se registró medición de este parámetro en el sitio La Encantada (ver tabla 4-49).

La conductividad fue mayor en la sección del río Indio en El Charcón con 3.19 µS/cm, inferior en el sitio de muestreo en Dominical con 0.066 µS/cm; mientras que los afluentes como los dos sitios de muestreo del río La Encantada en la comunidad de La Encantada y Las Cruces registraron valores de 0.42 y 0.073 a nivel de superficie respectivamente, a nivel de fondo solo en Las Cruces fue de 0.069. En río Jobo a nivel de superficie la conductividad registrada fue de 0.7 µS/cm tanto para superficie como fondo.

Los niveles de oxígeno disuelto en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical fue de 6.01 y 7.75 mg/l a nivel de superficie, mientras que en los afluentes como el río La Encantada en el sitio de muestreo cerca a la Comunidad de La Encantada y Las Cruces registraron niveles de oxígeno en la superficie de 6.9 y 7.32 mg/l respectivamente, mientras que la muestra de fondo en Las Cruces fue de 7.55 mg/l; en tanto en el sitio de muestreo en el río Jobo en Guayabalito a nivel de fondo y superficie fue de 6.87 y 6.84 respectivamente. Los rangos de temperatura registrados a nivel de superficie fue de 26 ºC en los sitios de muestreo de los ríos Indio y la Encantada y de 25.7ºC en el sitio de muestreo de río Jobo en Guayabalito.

Los niveles de salinidad en río Indio a nivel de superficie fue de 0.15% en El Charcón, 0.0% en Dominical y en los afluentes 0.01 % en río La Encantada en Las Cruces, mientras que en La Encantada fue de 0.0% y de igual forma en río Jobo en Guayabalito, ver tabla 4-49.

Resultados del análisis en laboratorio

Se registran niveles altos de coliformes en las dos secciones del río Indio, a nivel de superficie fue de 2,600 UFC/100 ml en el Charcón y 4,500 UFC/100 ml en Dominical; mientras que a nivel de fondo se registraron concentraciones de 500 y 2,400 respectivamente. En tanto n los afluentes como río La Encantada registraron valores de 7,400 UFC/100 ml y 3,000 UFC/100 ml y río Jobo en Guayabalito a nivel de superficie fue de 3,200 UFC/100 ml y a nivel de fondo se registraron valores de 6,900, 3,000 y 6,400 UFC/100 ml, respectivamente.

La turbiedad en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical a nivel de superficie estuvo entre 15.9 y 17.1 NTU y a nivel de fondo fue de 15.7 y 16.8 ambos valores de superficie y fondo no muestran diferencias significativas. En cuanto a los afluentes en río La Encantada la turbiedad registrada fue de 79.2 y 23.1 a nivel superficie en los sitios de muestreo La Encantada y Las Cruces, en tanto a nivel de fondo esta fue de 172.8 y 25.6 NTU respectivamente, cabe destacar la diferencia significativa de la muestra principal de fondo en La Encantada que registró 172.8 NTU y las réplicas 27.8 y 29.8 NTU (SW-2A y SW-2B). Los valores obtenidos en el río Jobo (SW-4A y SW-4B) fueron de 94.7 y 206 NTU para superficie y fondo, cabe destacar que estos valores junto a lo reportado en La Encantada (SW-2A y SW-2B) y río Jobo (SW-4A y SW-4B) exceden los criterios de bajo riesgo y riesgo medio de la norma de referencia que califican para el criterio de alto riesgo según esta normativa, ver tabla 4-49.

Los resultados de la DBO5 en las secciones de río Indio en El Charcón y Dominical fueron de 1.0 y <1.0 mg/l respectivamente a nivel superficie y a nivel de fondo fue de 1.1 y <1.0 mg/l para ambos sitios. Mientras en los afluentes como los sitios de muestreo en el río La Encantada registraron concentraciones de 1.9 y 2.1 mg/l a nivel de superficie, a nivel de fondo registro valores de 1.2 y 2.6 mg/l respectivamente; en tanto en el río Jobo en Guayabalito a nivel de superficie y fondo la DBO5 fue de 2.0 y <1.0 mg/l, respectivamente, tal como se aprecia en la tabla 4-49.

Los niveles de fósforo en todas las muestras fueron inferiores a 0.1 mg/l tanto en río Indio como en sus afluentes. Por otro lado, las concentraciones de nitratos en las secciones de río Indio evaluadas fueron de 0.2 y 0.1 mg/l a nivel de superficie, a nivel de fondo registraron concentraciones de 0.2 y 0.5 mg/l. En tanto en los afluentes que drenan al río Indio como La Encantada en sus sitios de muestreo de La Encantada y Las Cruces registraron concentraciones de nitratos de 0.2 y 0.5 mg/l y a nivel de fondo fue de 0.6 y 0.5 mg/l; en tanto en río Jobo en Guayabalito las concentraciones fueron de 0.3 a nivel de superficie y 0.6 a nivel de fondo.

Los niveles de metales pesados en todas las muestras estuvieron por debajo de 0.01 mg/l a excepción de la muestra de fondo de río Indio en El Charcón el cual registró 0.07 mg/l, sin embargo los mismos al igual que el resto se encuentra por debajo de los límites máximos permitidos para los criterios de calidad de la norma de referencia, tal como se aprecia en la tabla 4-49.
En conclusión se puede observar que la mayoría de los parámetros evaluados en campo y en laboratorio cumplen con la normativa de referencia, a excepción de un parámetro que ha venido registrando altas concentraciones desde el tramo alto hasta el tramo bajo de la cuenca, siendo estos los coliformes fecales, lo cual puede asociarse a la explotación ganadera a través de toda la cuenca y al aporte que puedan dar las comunidades cercanas al río y en última instancia al aporte de la fauna nativa y por último a la estación climática en que se desarrolló el muestreo, siendo la estación lluviosa, la cual ha sido más intensa debido al cambio climático producido en esta estación extendiéndose las lluvias hasta finales de enero de 2018, ello ha generado escorrentía antes y después de un evento de lluvia y que ha arrastrado todo tipo de sedimentos y microorganismos asociados a las heces. Otro parámetro que aparece en incumplimiento y de manera puntual son los reportados en La Encantada (SW-2A y SW-2B) y río Jobo (SW-4A y SW-4B), los cuales exceden los criterios de bajo riesgo y riesgo medio de la norma de referencia que califican para el criterio de alto riesgo según esta normativa.

Tabla 4-49
Resultados de los parámetros medidos en campo y de laboratorio-tramo bajo

Tramo / No.Muestra	pH	Conduct.	OD	Temp.	Salin.	Coliformes Fecales	Turbiedad	DBO5	Fósforo Total	Nitratos	Arsénico	Cadmio	plomo	Mercurio	Cromo
		(µS/cm)	(mg/l)	ºC	(%)	(UFC/100ml)	NTU	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Río Indio-tramo bajo															
SW-1A	6.2	3.19	6.01	26.9	0.15	**2600**	15.9	1.0	<0.1	0.2	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-1B	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**500**	15.7	1,1	<0.1	0.5	0.07	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-5A	6.91	0.066	7.75	26.2	0	**4500**	17.1	<1.0	<0.1	0.1	<0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-5B	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**2400**	16.8	<1.0	<0.1	0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
DUPLICADOS															
SW-1A (1)	6.2	3.19	6.01	26.9	0.15	**2500**	15.7	1	<0.1	0.2	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-1A (2)	6.2	3.19	6.01	26.9	0.15	**5100**	14.9	<1.0	<0.1	0.2	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-1B (1)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**1000**	14.3	1	<0.1	0.6	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
SW-1B (2)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	**400**	13.3	1.1	<0.1	0.5	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Río La Encantada-tramo bajo															
SW-2A	6.54	0.42	6.9	25.7	0.0	**7400**	**79.2**	1.9	<0.1	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-2B	ND	ND	ND	ND	ND	**6900**	**172.8**	1.2	<0.1	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-3A	7.12	0.073	7.32	26.2	0.0	**3000**	23.1	2.1	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-3B	7.13	0.069	7.55	26.2	0.01	**3000**	25.6	2.6	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DUPLICADOS															
SW-3A (1)	7.12	0.073	7.32	26.2	0.0	**4000**	23.8	2.1	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-3A (2)	7.12	0.073	7.32	26.2	0.0	**3400**	23.6	2.3	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-3B (1)	7.13	0.069	7.55	26.2	0.01	**3000**	27.8	2.5	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-3B (2)	7.13	0.069	7.55	26.2	0.01	**3500**	29.8	2.6	<0.1	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Río Jobo-tramo bajo															
SW-4A	6.57	0.7	6.87	25.7	0.0	**3200**	**94.7**	2.0	<0.1	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SW-4B	6.39	0.7	6.84	25.7	0.0	**6400**	**206.4**	<1.0	<0.1	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Decreto Ejecutivo No. 75* Decreto Ejecutivo No. 75. . Por el cual se dicta la Norma Primaria de Calidad ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo Con y Sin contacto directo. Esta norma establece 3 niveles de riesgo, Bajo Riesgo, Riesgo Medio y Alto Riesgo.															
Bajo riesgo	6.5-8.5	3	>7.0	Δ T3ºC	NA	<250	<50	<3	NA	NA	<0.1	<0.03	<0.05	<0.01	<0.05
Riesgo medio	6.5-8.6	3	6,0-7.0	Δ T3ºC	NA	251-400	50-100	3.0-5.0	NA	NA	<0.1	<0.03	0.05-0.02	<0.01	<0.05

Conduct.: Conductividad; OD: Oxígeno Disuelto; Temp: Temperatura; Salin.: Salinidad; UFC/100 ml: Unidades Formadoras de colonias por cada 100 ml.

4.1.6.3 Corrientes, mareas, oleajes e intrusión marina

Para la zona costera de la cuenca de río Indio, se realizó un análisis de las características hidrodinámicas de la zona costera, corrientes mareas y oleajes, como un aspecto de relevancia, así como la intrusión marina dentro del cauce principal de la cuenca de río Indio, a través de mediciones de los diferentes parámetros, que determinan dichas características, tomándose el mes de septiembre como representativo del periodo lluvioso.

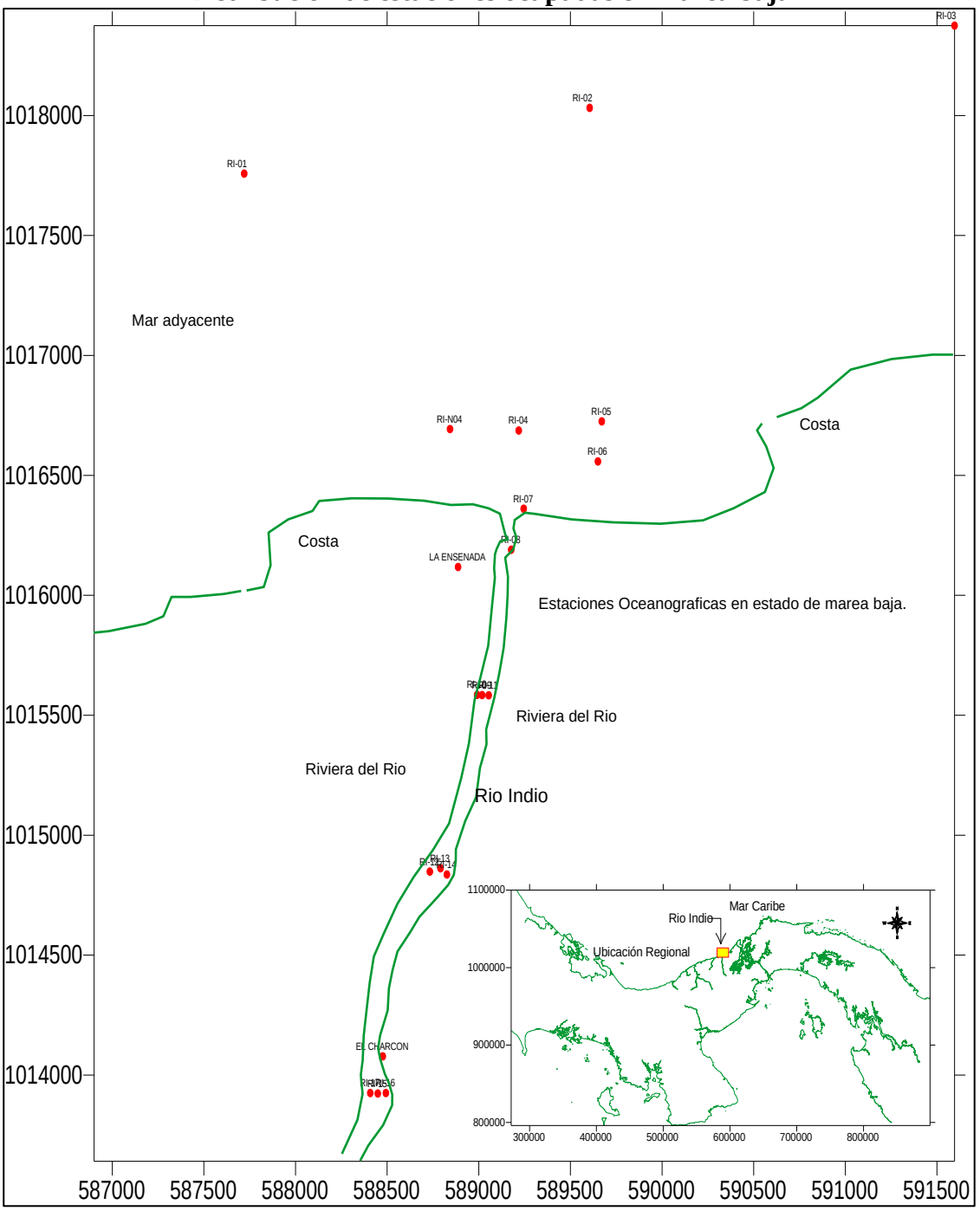
La sección presenta los resultados obtenidos en los sitios de muestreo los cuales se ubican en las aguas adyacentes de la desembocadura de río Indio y las propias aguas del río. Su descarga es en el sector Caribe en el distrito de Donoso, provincia de Colón.

El río Indio, es un cuerpo de agua continental que recorre tres provincias antes de llegar al mar en el sector Caribe, es de largo recorrido con un acho no mayor a los 100 m en su tramo desde el Charcón hasta su desembocadura, la cual se hace estrecha de aproximadamente unos 20 m, donde debido a los procesos de acreción se reduce significativamente la profundidad antes de entrar al mar. En su mayor parte costera es de poca profundidad, aunque en la sección del Charcón se profundiza hasta unos 11 m. Es un cuerpo de aguas con importantes aportes fluviales, haciéndolo muy caudaloso en el periodo húmedo.

El área de estudio se presenta en las figuras 4-67 y 4-68, e incluye las estaciones ocupadas y las mediciones de campo de parámetros físico-químico y mediciones lagrangiana durante un ciclo de marea (tabla 4-47, 4-48 y 4-49).

Figura 4-67

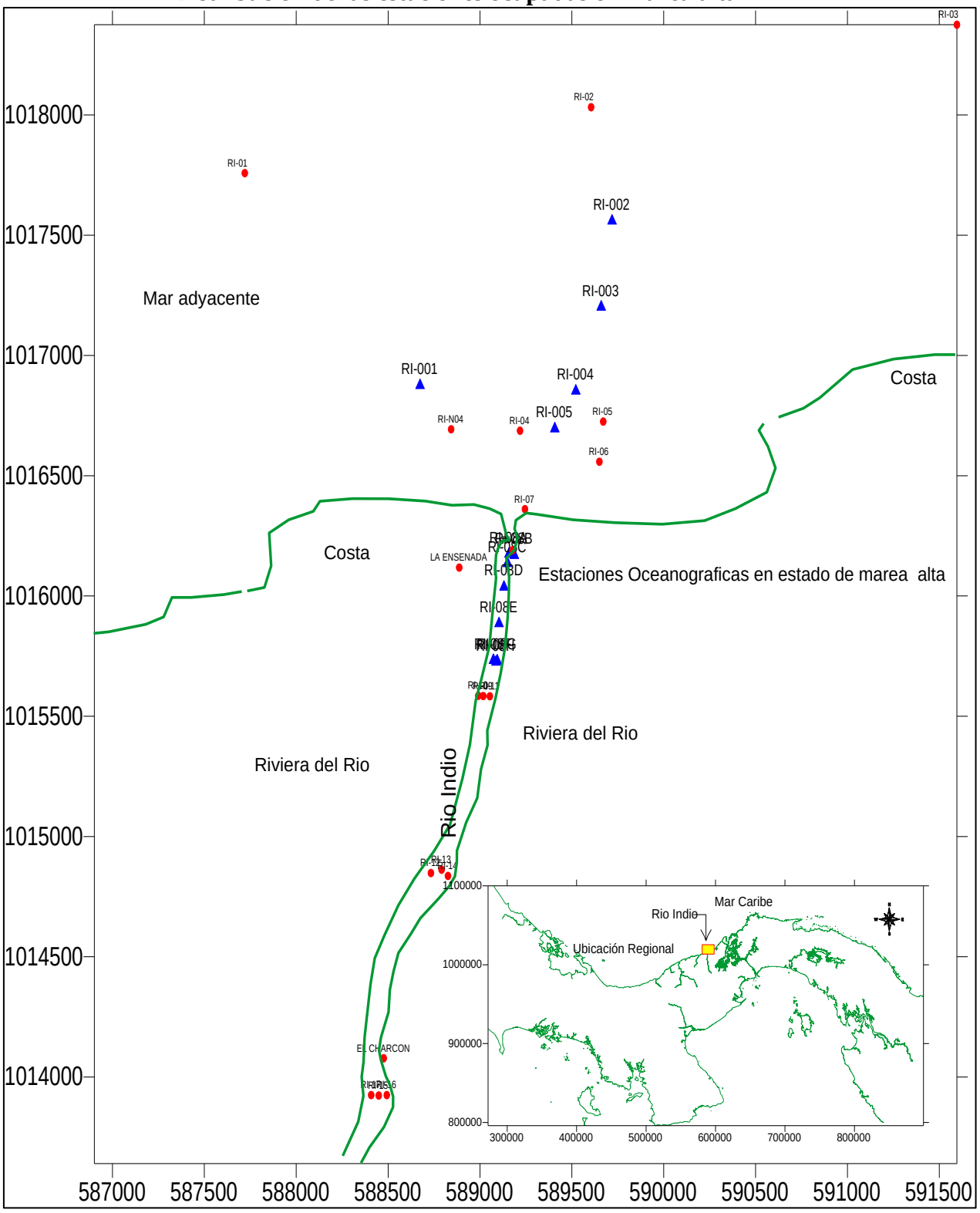
Distribución de estaciones ocupadas en marea baja



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-68

Distribución de las estaciones ocupadas en marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-50

Coordenadas de los sitios de muestreo y mediciones de campo, durante marea baja

Estación	Hora	Coordenadas UTM		Mediciones de campo				
		E	N	T°C	Cond (Us/cm)	TDS (g/L)	Sal (UPS)	OD (mg/L)
RI-01	11:08	587720	1017758	29.82	47935	28.32	28.16	4.65
				29.86	48256	28.70	28.37	3.75
				29.95	48686	28.91	28.59	3.48
RI-02	11:18	589605	1018032	29.95	45592	27.28	26	4.28
				29.50	48030	28.61	28.27	3.85
				30	48836	28.98	28.63	3.03
RI-03	11:31	591596	1018375	29.78	43879	26.11	25.5	4
				29.78	47689	28.48	28.13	3.26
				29.89	48355	28.72	28.37	2.9
				29.90	48644	28.93	28.64	2.66
RI-N04	11:40	588843	1016693	29.66	42609	25.79	25.39	3.09
				29.87	46766	27.90	27.59	2.97
RI-04	10:28	589218	1016687	29.47	45206	26.45	25.96	5.14
				29.55	47490	28.40	28.04	5.1
RI-05	10:38	589671	1016725	29.68	46549	27.79	27.40	5.46
				29.60	47305	28.27	27.89	5.37
RI-06	10:45	589650	1016558	29.75	47364	28.26	27.85	5.34
				29.69	47602	28.40	28.06	5.26
RI-07	10:22	589245	1016361	29.97	293	0.16	0.12	5.84
				29.85	4537	2.98	2.20	5.8
RI-07 A	10:19	589208	1016366	27.13	123	0.08	0.06	6.28
				26.98	266	0.16	0.12	5.75
RI-08	10:14	589177	1016190	27.33	96	0.05	0.04	5.7
				26.88	260	0.14	0.10	5.49
RI-09	9:51	589018	1015584	27.22	81	0.05	0.04	2.2
				26.86	1485	0.94	0.72	1.73
RI-10	9:57	588991	1015585	27.03	97	0.06	0.04	5.44
				26.81	743	0.49	0.39	5.18
RI-11	9:54	589054	1015583	27.31	89	0.05	0.04	1.62
				26.91	189	0.12	0.09	1.66
RI-12	9:42	588733	1014848	26.94	79	0.05	0.03	1.88
				26.71	79	0.05	0.03	1.86
RI-13	9:35	588791	1014862	26.94	57	0.04	0.03	2.01
				26.65	79	0.05	0.03	1.9
RI-14	9:43	588826	1014836	26.75	79	0.05	0.03	2.09
				26.66	79	0.05	0.03	1.87
RI-15	9:05	588449	1013923	26.65	82	0.05	0.03	4.40

Estación	Hora	Coordenadas UTM		Mediciones de campo				
		E	N	T°C	Cond (Us/cm)	TDS (g/L)	Sal (UPS)	OD (mg/L)
				26.49	80	0.05	0.04	3.99
				26.50	81	0.05	0.04	3.43
RI-16	9:12	588493	1013925	26.67	81	0.05	0.04	3.08
				26.57	81	0.05	0.04	3.00
RI-17	9:14	588408	1013925	26.64	80	0.05	0.04	2.81
				26.44	80	0.05	0.04	273

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-51
Coordenadas de los sitios de muestreo y mediciones de campo, durante marea alta

Estación	Hora	Coordenadas UTM		Mediciones de Campo				
		E	N	T°C	Cond (Us/cm)	TDS (g/L)	Sal (ups)	OD (mg/L)
RI-01	14:32	587720	1017758	29.66	47448	28.32	27.95	5.93
				29.77	48055	28.60	28.26	4.37
				30	48820	28.96	28.72	3.60
RI-02	14:58	589605	1018032	29.66	47566	28.38	26	5.30
				29.89	48247	28.71	28.27	3.62
				29.95	48741	29.44	28.63	3.26
RI-03	15:13	591596	1018375	29.78	43879	26.11	25.50	4
				29.78	47689	28.48	28.13	3.26
				29.89	48355	28.72	28.37	2.92
				29.90	48644	28.93	28.64	2.66
RI-N04	12:40	588843	1016693	29.66	42609	25.79	25.39	3.09
				29.87	46766	27.90	27.59	2.97
RI-05	15:19	589570	1016767	29.79	43358	25.81	25.17	5.55
				29.99	47540	28.18	27.79	5.53
RI-06		589649	1016689	29.87	46609	27.70	28.11	5.40
				30.01	47395	28.11	27.71	5.35
RI-001	13:22	588674	1016882	29.64	45599	26.99	26.57	2.79
				29.82	47541	28.30	27.92	2.58
RI-002	15:32	589719	1017566	29.70	47593	28.36	27.99	3.60
				29.77	48068	28.70	28.38	3.21
				29.93	48605	28.87	28.55	3.01
RI-003	15:36	589660	1017208	29.80	47097	28.04	27.45	4.72
				29.76	47389	28.44	28.12	3.63
RI-004	15:40	589522	1016859	29.66	42319	25.32	24.77	4.75
				29.74	46886	28.20	27.91	3.40
RI-005	16:25	589407	1016702	29.90	42630	25.55	24.86	4.14

Estación	Hora	Coordenadas UTM		Mediciones de Campo				
		E	N	T°C	Cond (Us/cm)	TDS (g/L)	Sal (ups)	OD (mg/L)
				29.79	47522	28.36	27.99	3.05
RI-07	16:57	589245	1016361	28.57	21365	14.81	12.47	4.08
				28.64	35485	21.67	20.68	3.15
RI-08	17:34	589177	1016190	27.21	98	0.06	0.04	3.28
				27.55	15763	9.88	8.85	2.94
RI-08A	17:39	589158	1016181	27.07	97	0.06	0.04	4.73
				27.77	23449	14.99	13.38	4.16
RI-08B	17:43	589187	1016176	27.09	99	0.06	0.04	3.26
				26.69	988	0.60	0.21	3.25
RI-08C	17:50	589150	1016142	27.25	98	0.06	0.04	4.38
				28.05	22141	13.51	13.22	3.86
RI-08D	18:04	589131	1016044	27.07	97	0.06	0.04	4.73
				27.77	22139	13.49	13.19	4.16
RI-08E	18:10	589104	1015892	26.94	99	0.05	0.04	4.63
				26.70	1425	0.90	0.69	4.68
RI-08F	18:17	589073	1015739	27.08	99	0.06	0.04	3.62
				26.58	284	0.18	0.13	2.50
RI-08G	18:25	589094	1015737	27.06	98	0.06	0.04	2.52
				26.58	322	0.20	0.15	2.28
RI-08H	18:33	589087	1015732	26.64	84	0.05	0.04	3.13
				26.56	320	0.22	0.16	3.56
RI-09	18:39	589018	1015584	29.93	98	0.05	0.04	3.41
				26.58	557	0.35	0.27	2.87
RI-10	18:43	588991	1015585	26.81	100	0.05	0.04	2.48
				26.65	674	0.42	0.31	2.45
RI-11	18:47	589054	1015583	26.94	100	0.06	0.04	270
				26.69	578	0.36	0.28	2.52
RI-12	18:50	588733	1014848	26.64	83	0.05	0.04	2.83
				26.55	83	0.05	0.04	2.83
RI-13	18:53	588791	1014862	26.62	82	0.05	0.04	3.30
				26.54	81	0.05	0.04	3.57
RI-14	18:58	588826	1014836	26.55	82	0.05	0.04	3.03
				26.55	82	0.05	0.04	3.02
RI-15	19:02	588449	1013923	26.41	75	0.047	0.03	3.35
				26.41	75	0.047	0.03	3.33
				26.36	73	0.04	0.03	3.78
RI-16	19:08	588493	1013925	26.41	75	0.047	0.03	3.35
				26.41	75	0.047	0.03	3.33
RI-17	19:12	588408	1013925	26.36	73	0.04	0.03	3.78

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Tabla 4-52
Coordenadas de los sitios de muestreo de correntometría lagrangiana, durante un ciclo de marea, horario muestreo 11:51 a.m. a 2:12 p.m.

Deriva	Coordenadas (WGS-84)		Fecha de medición	Zona
	Este	Norte		
1	590197	1018173	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
2	590317	1018180	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
3	590442	1018184	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
4	588749	1017109	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
5	588775	1017095	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
6	588776	1017097	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
7	588883	1017339	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
8	588925	1017351	14/09/2017	río Indio, mar adyacente
9	588976	1017385	14/09/2017	río Indio, mar adyacente

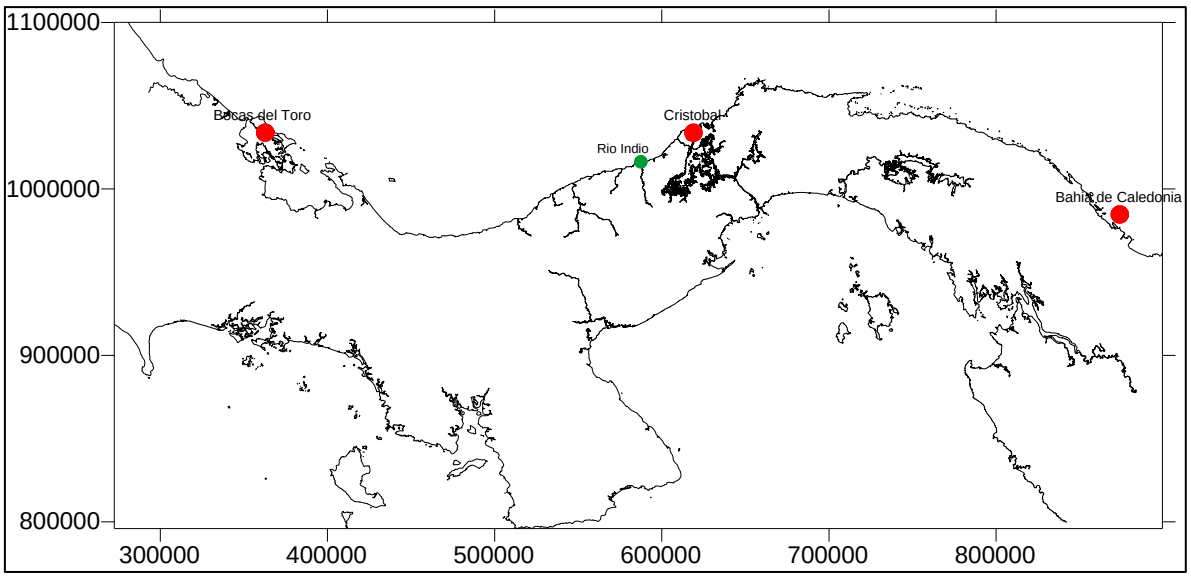
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Marea

El ascenso y descenso del nivel del mar en respuesta al efecto gravitacional de la luna y el sol sobre las aguas, puede representar una fuerza fundamental en la dinámica de un determinado lugar. Este proceso cobra especial importancia en zonas costeras, representando en algunos casos la principal fuerza que genera la circulación o bien la modifica. Por lo tanto, para caracterizar adecuadamente la circulación de un área en particular, el conocimiento del régimen de marea es fundamental.

Así como, también es de utilidad para el diseño de estructuras costeras como marinas, puertos, muelles, rompeolas, y para el planeamiento de operaciones marinas en los puertos y atracaderos. Por tal motivo al aplicar nuevas herramientas es imperante la validación de las mismas. En la figura 4-69, se presentan las estaciones que componen el sistema nacional mareográfico.

Figura 4-69
Posiciones de las estaciones mareográficas de la Red Nacional y el área de estudio



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

En este punto hacemos un análisis estadístico, que nos permita establecer la incertidumbre y calidad de la información. La figura 4-70, muestra la validación del modelo comparando las mareas predichas altas y bajas, dadas en la tabla de mareas, ACP 2017 (tabla 4-53), para el mes de septiembre-octubre y las obtenidas por el programa computacional WXtide para el mismo periodo en la estación de referencia de Cristóbal. Las curvas de mareas presentan gran similitud entre sí. Los valores estadísticos reflejan una buena correlación entre las variable XY de r2 = 0.98, y un error típico de 0.009. Mayor detalle se puede observar en el cuadro estadístico 1.

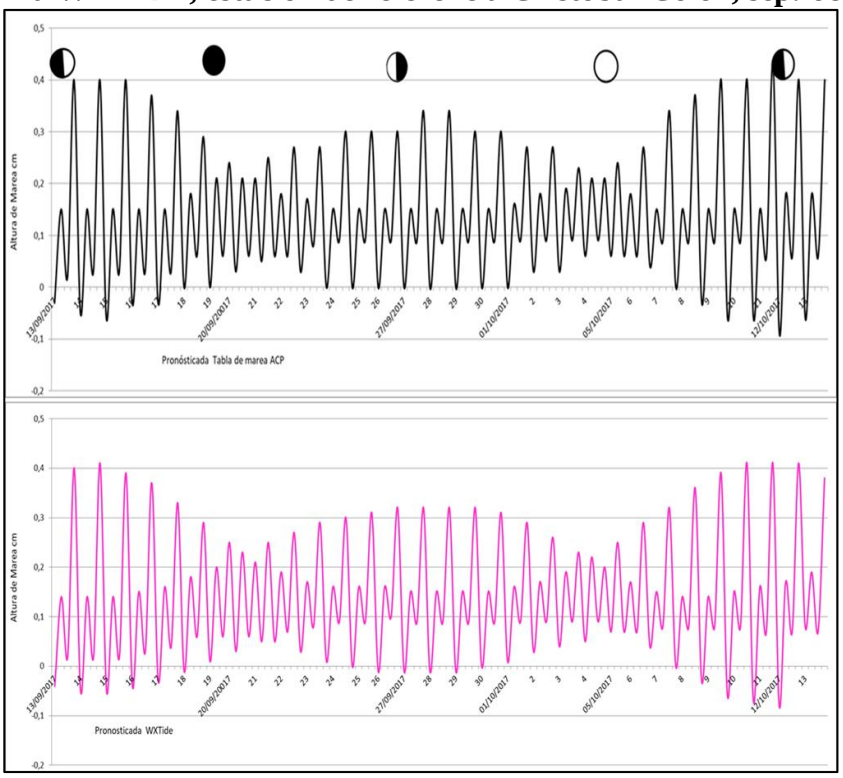
Los análisis comparativos y estadísticos demuestran, que existe gran confiabilidad en la calibración y confirman el uso del WXtide como una herramienta válida en el pronóstico de las mareas altas, bajas y horarias; ya que a falta de registros frecuentes y confiables sobre el nivel del mar en la costa del Caribe panameño, las predicciones mareales elaboradas por la red de estaciones en el área, constituyen la mejor fuente de información para caracterizar el comportamiento de las mareas en las costas.

Tabla 4-53
Valores estadísticos de las series de mareas pronosticadas, Tabla de mareas ACP altas y bajas y programa WXTIDE

Statistics	ACP	WXTide
First input row	1	1
Numbre of values	120	120
Minimum	-0.09	-0.08
Maximum	0.43	0.41
Mean	0.139	0.14
95% confidence interval	0.0232	0.023
99% confidence interval	0.0307	0.0304
Standard deviation	0.129	0.127
Kolmogorov-Smirnov stat	0.147	0.144
Pearson		
X	1	0.99
Y	0.99	1
R2	0.98	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-70
Comparación de mareas predichas, altas y bajas, tabla ACP con el programa WXTIDE, estación de referencia Cristóbal-Colón, sep.-oct. 2017



Fuente: Tabla ACP con el Programa WXTIDE

Variación de la onda de marea en la costa del Caribe panameño

La variación de la onda de marea en las estaciones representativas para el Caribe panameño, muestran una onda de marea similar entre ellas, diferenciándose solo en la magnitud del ámbito de marea y el tiempo. De acuerdo con (Kwiecinski, et al, 1994)[14] las mareas en el Caribe, generalmente, son de poca amplitud < 0.5 m. En la mayoría de las ocasiones la altura de la marea en Cristóbal oscila entre los 20 y los 43 cm, rara vez exceden estos valores sin superar jamás los 50 cm. Esta estación presenta algunas veces una marea mixta cuya desigualdad diurna es grande y se manifiesta con una pequeña subida o bajada de la marea en marea de cuartos de luna y semidiurna en luna llena, y nueva con dos subidas y bajadas durante el día.

Cabe señalar, que se observa un comportamiento similar en las curvas de marea y se aprecia, que la altura de marea en cuartos de luna particularmente la segunda es mayor a las alturas durante la fase de sicigia. Una de las posibles causas es que hay comunicación algo restringida hacia mar abierto, en donde está ubicada la estación de referencia.

Niveles mareográficos en la costa Caribe, estación Cristóbal y su aproximación a río Indio.

La tabla 4-54, presenta las características de los niveles mareográficos de las estaciones Cristóbal (Colón), y río Indio, de la cual se desprende que el valor promedio de sicigia para la zona es ligeramente mayor que el promedio de las mareas de sicigia de Cristóbal. Y aunque son similares, es posible que la gran fricción que se genera en este cuerpo de agua durante la marea baja, produzca tiempos de vaciados mayores que el siguiente tiempo de marea alta, produciendo esto una acumulación de masas de agua, o una mezcla de procesos locales como el océano-meteorológico, profundidad, entre otros.

Tabla 4-54
Características de la marea en Cristóbal (Colón) y río Indio

Estación	Latitud	Longitud	Coordenadas UTM- WGS-84		Desfase marea Tiempo (min) Nivel de multiplicación		RM (cm)	RE (cm)
			Norte	Este	alta	Baja		
Cristóbal *(Colón)	09º21’	079º54’	1033730	618964	0.0	0.0	27	33
Desembocadura río Indio					+4 0.20	+4 0.20	26.71	33.2

Fuente: *Valores dados por ACP. RM: rango medio, RE: Rango Extremo.

[14] Kwiecinski, B. D’ Croz L. 1994 Scientia- Panamá, vol. 2.

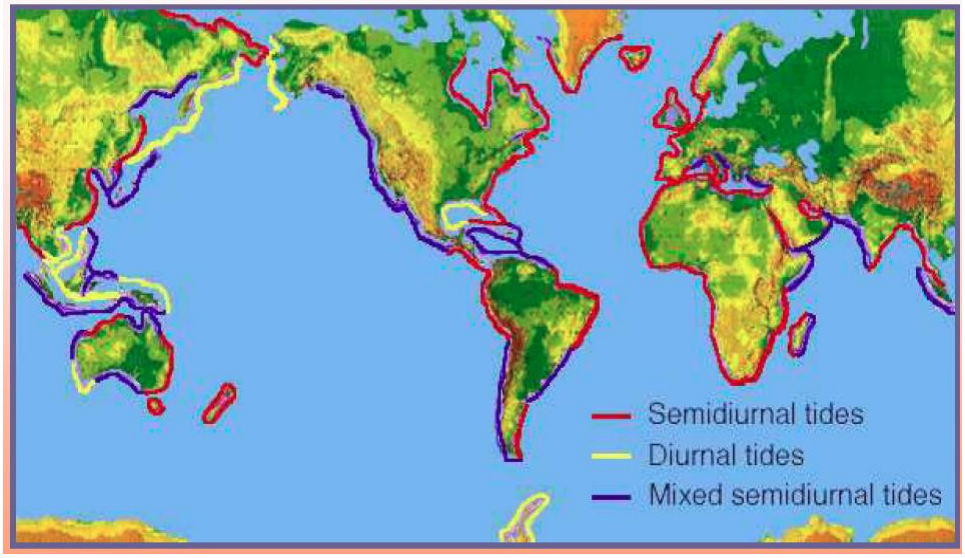
En la misma tabla, se presenta el tiempo de desfase de la onda de marea, y el nivel de multiplicación. Como se ha mencionado la estación Cristóbal es la referencia mareal para el Caribe Panameño. Esto quiere decir, que el área cercana a la desembocadura de río Indio alcanza la marea (alta y baja) + 4 minutos después respectivamente. Mientras, que el nivel de multiplicación es 0.2 para ambas mareas; es decir que se multiplica la marea alta y baja de Cristóbal para conseguir esos estados en la desembocadura de río Indio.

Clasificación de la marea

Existe información que determina, que las mareas en la cuenca del Caribe varían según la latitud y/o la cuenca batimétrica en la que se encuentra, Lizano O.2006[15]. Es decir, se pueden encontrar mareas de tipo semidiurna, como mixta semidiurna y mareas mixtas predominantemente diurnas.

La onda de marea en la estación Cristóbal, presenta una marea mixta y semidiurna otras (Figura 4-71). Alrededor de los cuartos de luna se genera una desigualdad diurna de aproximadamente el 63 %. Mientras, que en luna llena y nueva es semidiurna dos altas y dos bajas.

Figura 4-71
Tipos de marea



Fuente: https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_tides/welcome.html.

De acuerdo a lo reportado por la NOAA, las mareas en el Caribe panameño son mixta semidiurna. Aunque, Lizano, O.2006, en su estudio ha reportado que la onda de marea desde puerto Limón hasta Bahía de Caledonia son similares entre ellas, diferenciándose el ámbito mareal de carácter mixta predominantemente diurna. El valor de forma Nf = a 1.88 sitúa a esta estación de Puerto Limón como una marea mixta predominantemente diurna.

[15] Lizano, O. Ciencia y Tecnología, 24(1): 51-64. 2006 - ISSN: 0378-0524, Algunas Características de las mareas en la costa pacífica y caribe centroamericano.

Recientemente, Araúz D., 2016[16] en un estudio para Bocas del Toro determinó que la forma de Nf para la estación Cristóbal es Nf= 1.77, es decir marea de tipo mixta predominantemente diurna. Aunque, este está próximo a una forma Nf, de marea mixta predominantemente semidiurna.

Del análisis realizado se puede decir, que la marea es tipo micromareal y mixta.

Corrientes

Al describir las corrientes es importante señalar, que la costa del Caribe panameño presenta un esquema de circulación general offshore hacia el este de velocidades fuertes. Patrón de circulación, que implica un flujo o ramal de la corriente geostrófica, subinercial, denominada contracorriente de Panamá; la cual sigue la geomorfología y topografía del fondo marino y fluye hacia el este y la misma es parte de los giros oceánicos ciclónicos del Caribe, (Sujavey. V.1986)[17] y de la cuenca de Colombia, Mooers at al. (1998)[18], Centurioni and Niiler (2003)[19] (Figura 4-72). Estos señalan, que ocurre un giro ciclónico al sur de la cuenca de Colombia, con velocidades promedio a lo largo de la costa sur que excede los 0.7 m/s y que hacia el este el giro es altamente variable y persistente a través de los años.

Por otro lado, están las mareas, las cuales son parte del sistema dinámico y aunque sean de amplitud < 50 cm, podrían ser fundamentales en el hidrodinamismo o circulación del cuerpo de agua interior o cercano a la costa.

En ese sentido, hacemos uso de la información recabada durante la campaña del 13-15 de septiembre 2017, la misma se presenta en la tabla 4-55 y en las figuras 4-73 y 4-74 (traqueo, demarcaciones y trayectoria del campo lagrangiano).

Los resultados señalan, que el mar adyacente a la desembocadura de río Indio está influenciado por la corriente sub-inercial o contracorriente de Panamá, vector muy definido, principalmente, en los puntos más distantes de la costa y de mayor profundidad, durante el estado de marea llenante o bajamar +2, con velocidades moderadas por el orden de 0.17-0.19 m/s y con dirección ENE, E., y ESE entre los 83- 102°.

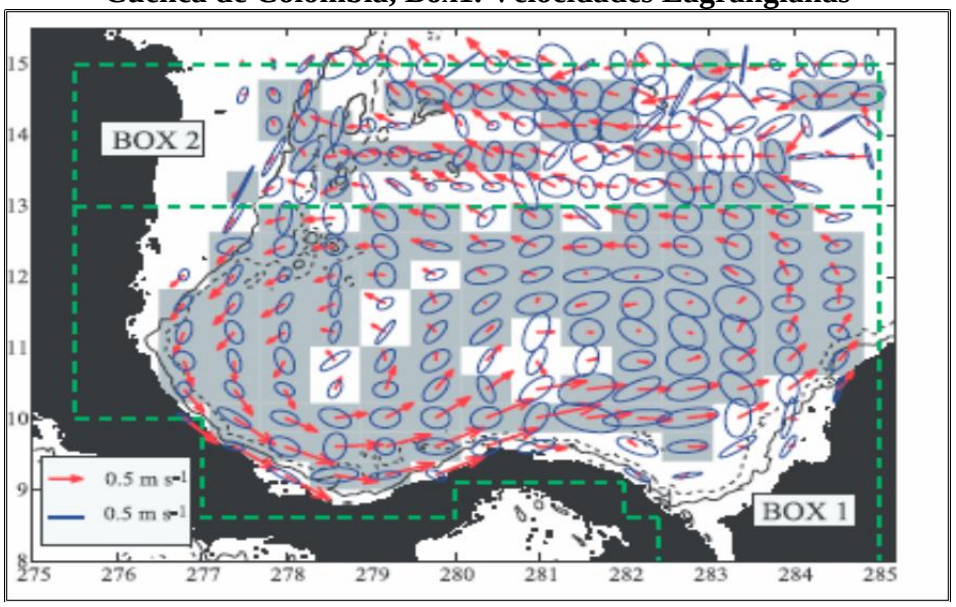
[16] Araúz Diana2016, ANALISIS DE MAREAS, CORRIENTES, OLEAJE, TRAMO ISLA CARENERO_ RED FROG, BOCAS DEL TORO- ITS GROUP. S.A.

[17] Sujavey. V.1986 Mares del Mundo, en Ruso, Leningrado, Hidrometoizdat.

[18] Mooers, C. N. K. & G. A. Maul 1998. Intra-American Sea Circulation. The Sea, Vol. 11, The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Syntheses, R. Robinson and K. H. Brink (eds.). John Wiley & Sons: New York, pp. 183-208.

[19] Luca R. Centurioni and Pearn P. Niiler, On the surface currents of the Caribbean Sea, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 30, NO. 6, 1279, doi:10.1029/2002GL016231, 2003

Figura 4-72
Cuenca de Colombia, Box1. Velocidades Lagrangianas



Fuente: Centurioni and Niiler (2003).

Igualmente se observa, que en marea de estado vaciante o pleamar +4 en zonas más hacia el E de la desembocadura y a profundidades por el orden de los 12 m, mantiene el mismo patrón de la corriente sub-inercial y con un ligero incremento entre 0.20-0.21 m/s con dirección sostenida hacia el ENE 86-87°. Mientras, que en áreas más someras por el orden de los 8 m de profundidad y cercanas a la desembocadura en estado de bajamar +1, la corriente experimenta una disminución en la velocidad y es de frecuencia muy baja o débil con valores por el orden de 0.008 -0.09 m/s con dirección hacia el NE y NNE (26-74°) y se observa, el posible efecto de la marea entrando con velocidades débiles entre 0.04 m/s, velocidad característica de las mareas que por lo general son pequeñas, y se dirige hacia el ESE a los 118°.

En resumen, el cuerpo de agua en la superficie o nivel de los 5 m de profundidad, está fuertemente influenciada por la contracorriente de Panamá. Tanto en estado llenante como vaciante, la dinámica está dominada por ese sistema de corrientes sub-inerciales. Patrón, que es más definido en las áreas más profundas, con velocidades moderadas sostenidas, que oscilan entre los 0.18 -0.21 m/s y con dirección hacia ENE - E. Mientras, que en áreas próximas a la desembocadura, con profundidad de 8 m, se observa una ligera variabilidad direccional, posiblemente por el esfuerzo tangencial de la descarga del río, que empuja a la corriente de marea hacia el NE y NNE, así como a la marea que con velocidades débiles de 0.04 m/s se dirige hacia el ESE.

En cuanto, a los porcentajes de frecuencia de velocidades; tenemos un rango de dispersión desde velocidades de baja frecuencia a moderadas; siendo el rango de 0.15-0.20 cm /s el de mayor representatividad en un 54 %, gráfica 4-26. Mientras, que la dirección es sostenida hacia el ENE.

En consecuencia, las corrientes de marea son casi imperceptibles y domina la circulación general de la contracorriente de Panamá hacia el E., ENE. Cabe señalar, que las condiciones forzantes como el viento fueron de calma a débil intensidad durante la campaña.

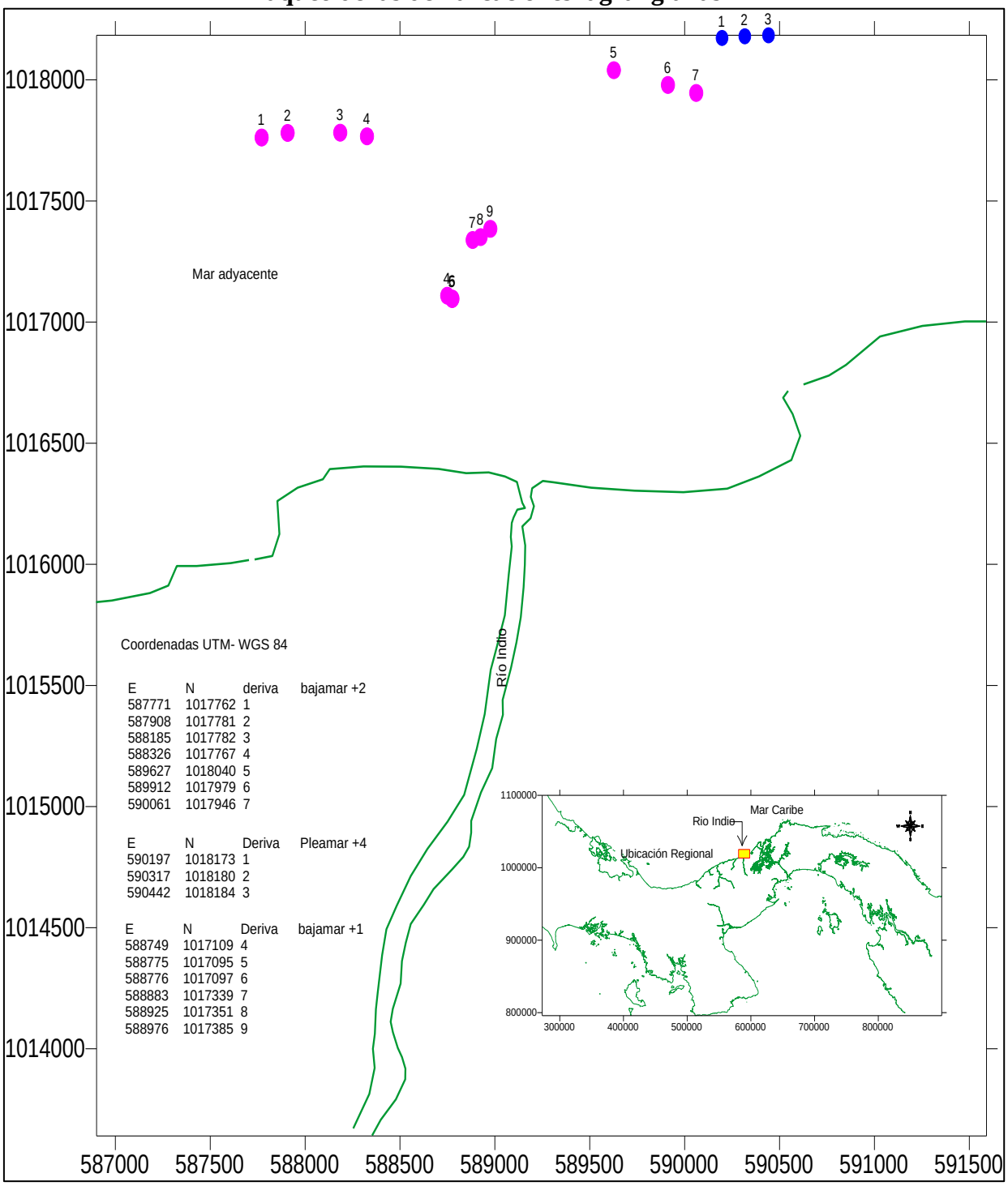
Este sistema de corrientes presente, al igual que la descarga del río son importantes desde el punto de vista ambiental y oceanográfico, ya que nos indica, que es un medio dinámico y es un factor determinante, que limita en gran medida el ingreso de la cuña de agua salada hacia la parte interna del río. Bajo esta perspectiva, el comportamiento y magnitudes del campo de velocidades lagrangianas son indicadores del transporte de masa del cuerpo de agua y de los procesos de mezcla, que ocurren en el mismo.

Tabla 4-55
Resultados Correntometría Lagrangiana, área de estudio

Derivas	Fecha	Profundidad (m)	Hora de Inicio	Hora de término	Estado Marea	Dirección en grados	Rapidez (m/s)
1-2	13/09/2017	5	1:05	1:18	bajamar +2	83	0.17
2-3		5	1:18	1:42		90	0.19
3-4		5	1:42	1:54		96	0.19
5-6		5	2:00	2:27		102	0.18
6-7		5	2:27	2:40		102	0.19
1-2	14/09/2017	5	11:51	12:01	pleamar +4	87	0.2
2-3		5	12:01	12:11		88	0.21
4-5	14/09/2017	5	1:26	1:36	bajamar +1	118	0.04
5-6		5	1:36	1:47		26	0.008
6-7		5	1:50	2:01		74	0.06
7-8		5	2:01	2:12		56	0.09

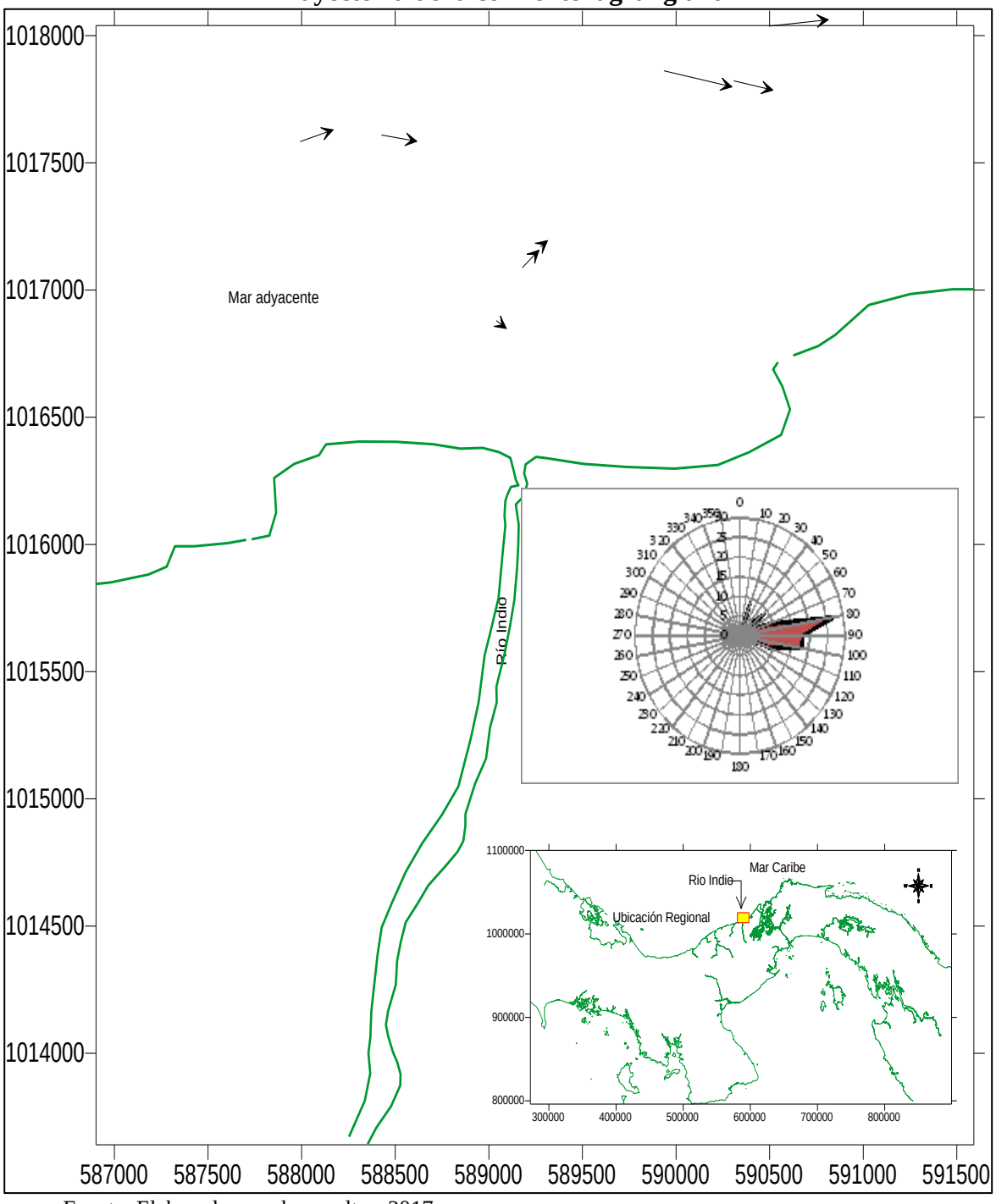
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-73
Traqueo de las demarcaciones lagrangianas



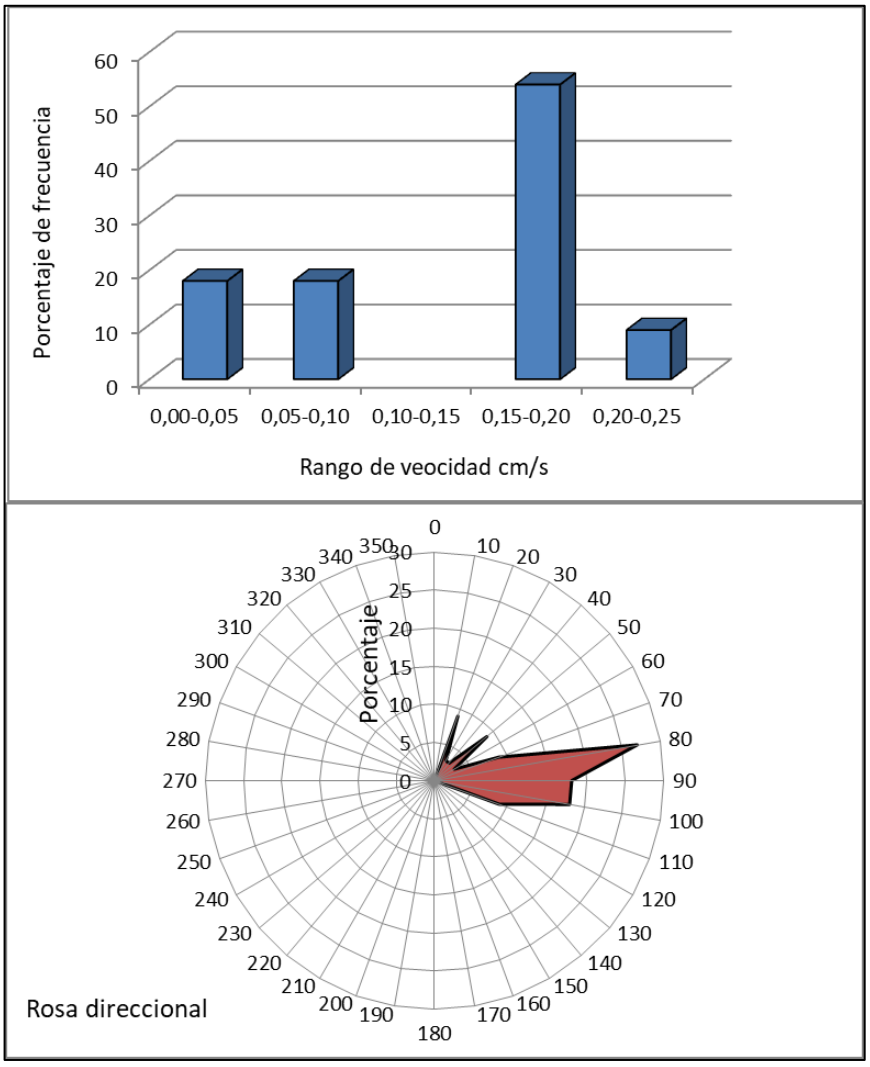
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-74
Trayectoria de la corriente lagrangiana



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Gráfica 4-26
Histograma de frecuencias de velocidad y rosa de dirección de la corriente



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

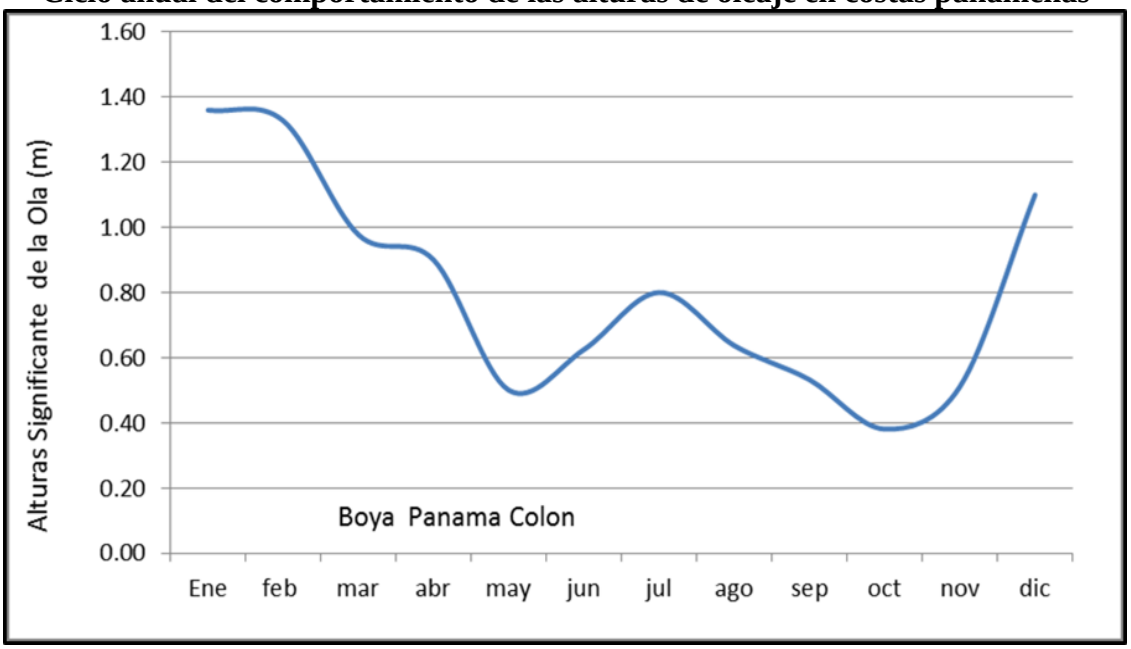
Oleajes

La variabilidad espacio temporal de los vientos en el Caribe es de vital importancia en la formación de los patrones del oleaje (magnitud, dirección), pues estos definen los forzadores principales de los movimientos del agua. En ese sentido, Mesa García. J[20], señala, que el ciclo anual de la altura de ola significante (Hs) en el Caribe depende de las fluctuaciones del viento y establece, que el oleaje más intenso se registra entre diciembre, enero, febrero, que es la época seca en la región y un período un poco más débil entre junio, julio, agosto, que

[20] Metodología para el Reanálisis de series de oleaje para el Caribe Colombiano, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos Facultad de Minas Medellín, Agosto de 2009.

se debe a la presencia del "Veranillo de San Juan" Bernal et al, 2006[21]. Mientras, que el período más débil de altura de ola significante se presenta entre los meses de septiembre, octubre, noviembre, que es el periodo donde se presenta la época húmeda y donde los vientos alisios alcanzan valores mínimos en las zonas costeras del Caribe. En ese sentido, los resultados mensuales de la boya Panamá-Colón, gráfica 4-27, refleja el ciclo anual del régimen del oleaje y es consistente con lo reportado por los autores antes mencionados**.**

Gráfica 4-27
Ciclo anual del comportamiento de las alturas de oleaje en costas panameñas



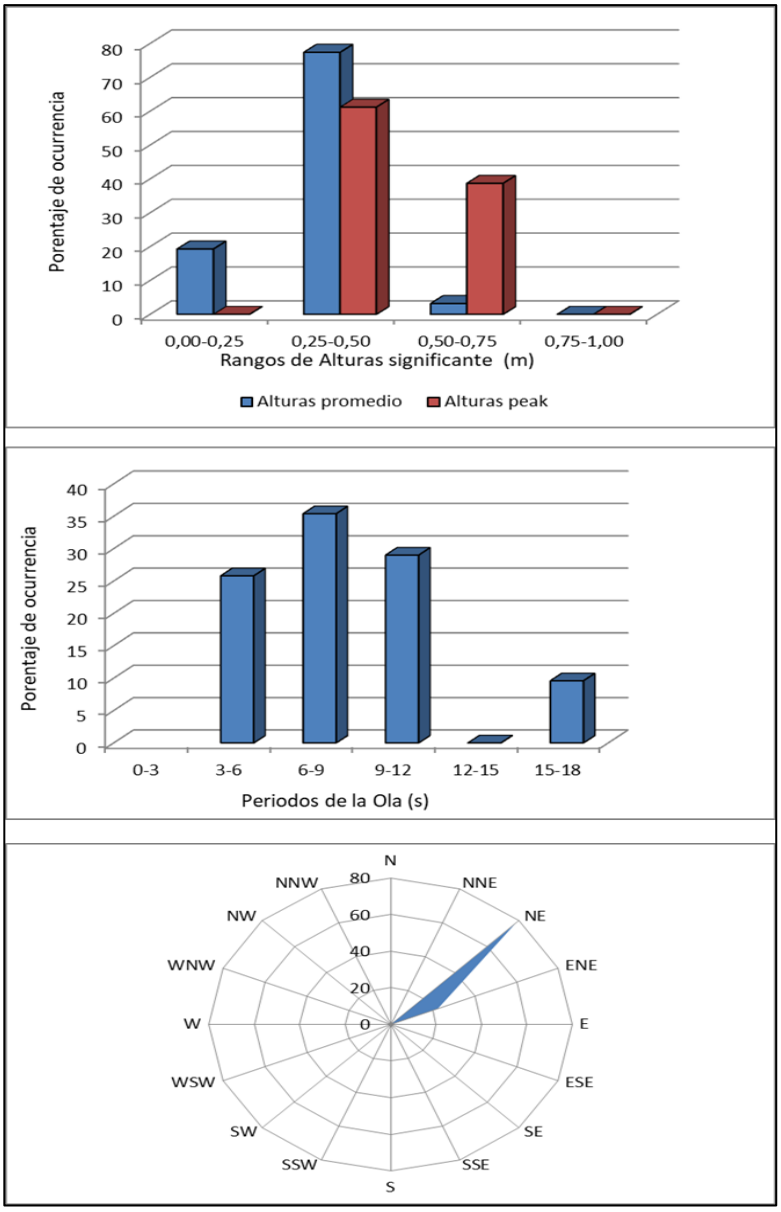
Fuente: boya Oceanográfica GKSS-Panamá- Colón.

Como mencionamos anteriormente, que durante las mediciones este forzante fue de calma a débil intensidad; por lo que no se pudo observar un efecto directo en el cuerpo de agua. Sin embargo, apoyamos nuestro análisis de este componente en las series de datos cronológico correspondiente al mes de septiembre hasta el 22/2017 de la Boya virtual, tal y como se señala en la metodología.

Del análisis realizado se puede decir, que durante el mes de septiembre las alturas significantes promedio o frecuentes representan el mayor porcentaje de ocurrencia, por el orden del 77% y se ubican en un rango de 0.25-0.50 m y un rango de dispersión entre 0-0.75 m de baja frecuencia de ocurrencia. Las alturas pico (peak), igualmente se ubican en el mismo rango con un porcentaje del 60% y una dispersión de 0.75 m con el orden de 39 %. En sí el oleaje correspondiente a ese mes es débil.

Gráfica 4-28
Características del oleaje

[21] Bernal, G.; Poveda, G.; Roldán, P. y C. Andrade. (2006). Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana. Rev. Acad.Colomb. Cienc., 30(115): 195-208.



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Por otra parte, se aprecia una gran concentración de datos con períodos bajos entre los 6-9 segundos y los mismos representan alrededor de un 35% del total de los datos, mientras que el 25% restante se ubica en un rango de 3-6.0 segundos, y un 24 y 8% más amplio que va desde los 9.0 -12 y 15-18 segundos respectivamente.

Generalmente, los periodos bajos provienen de vientos y corrientes locales, en cambio los periodos altos se generan muy lejos de la costa, en tormentas en alta mar y viajan muy rápidos y con mucha energía y fuerza.

Recordando, que los periodos bajos se consideran aquellos menores de 9 segundos, mientras, que los periodos altos son aquellos que superan los mismos.

Respecto, a la distribución de las direcciones, los resultados evidenciaron un claro predominio del oleaje proveniente desde el NE (80%), con una componente importante de dirección ENE 20%.

En otras palabras las olas, que entran a la zona de estudio son tanto por vientos y corrientes locales como olas oceánicas de periodos más largos. Por otro lado, en la zona de desembocadura, particularmente en la marea baja, se observa un oleaje moderado, pero el mismo tiene su origen en el esfuerzo tangencial del flujo del río. Este forma olas internas, que pueden alcanzar alturas visuales entre 1 a 1.5 m, que utilizando la ecuación de Jardine 1977, Velez. T[22] , donde: Hs= 1.0 + 0.77 V, el oleaje adquiere una altura de 1.77 y 1.96 m respectivamente. En cuanto, al periodo significante se estima, según la formulación de Guedes Soares; de Ts= 1.3+1.17Tv; así tenemos 4.81 s, consistente con alturas de origen local. Estas alturas son un peligro a la navegación costera.

Intrusión marina en el río Indio.

La intrusión marina es un fenómeno con dos principales componentes básicos interrelacionados; el hidroquímico y el hidrodinámico. El enfoque metodológico de estudio para la intrusión marina, se basa en el conocimiento previo de las características físico-químicas del agua, desde su mar adyacente hasta el río propiamente dicho, con estructura salina cero, durante un ciclo de marea. De tal forma, que nos permita observar las fluctuaciones de las características y su comportamiento temporal a una escala corta.

Los resultados, se presentan en diferentes estados de marea, que corresponde a un ciclo completo, a través de perfiles longitudinales y distribución espacial de los parámetros más representativos, que caracterizan el cuerpo de agua en estudio.

Distribución superficial de temperatura, salinidad, durante un ciclo de marea.

Temperatura

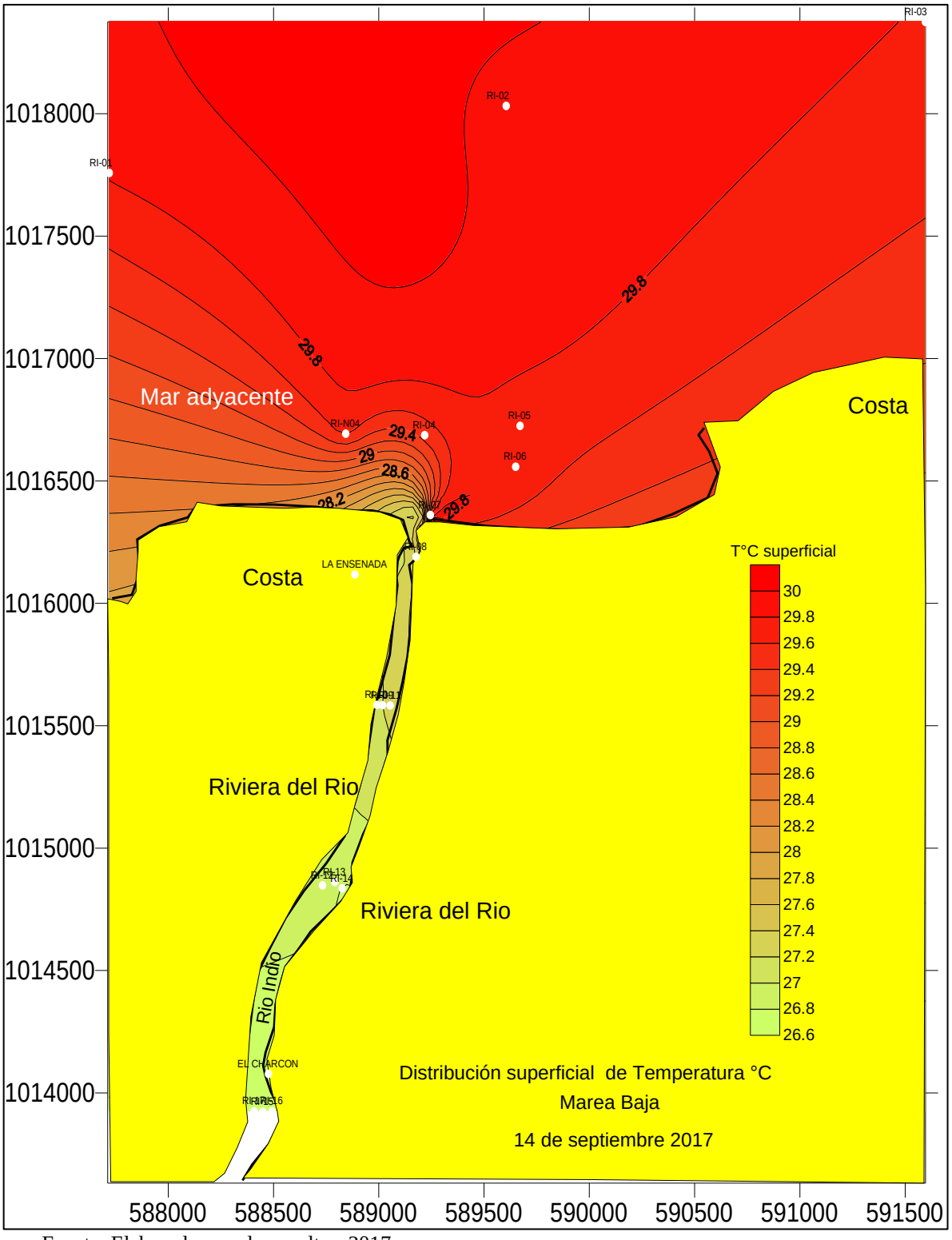
La distribución superficial de temperatura en un ciclo de marea, se presenta en la figura 4-75 y 4-76, y se observa una estratificación ligera, aumentando gradualmente desde la parte interna del río hacia el mar, en marea bajando, con valores por el orden de 26.6 a 30° C y ligeramente menos cálida en marea alta; esta condición fue producto de la climatología local, que permanecía con cielo nublado la mayor parte del tiempo durante ese estado y su posible intercambio calórico con la atmósfera.

En general, llama la atención dos aspectos: a) la semejanza de la distribución en su rango de temperatura desde la parte interna hasta su mar adyacente, b) las fuerzas forzantes, que actúan en cada estado de marea; el río en marea baja, aportando aguas ligeramente menos cálidas hacia el mar adyacente, en donde cerca de la costa un poco hacia el oeste de la desembocadura aparece un domo de aguas menos cálida, indicando, que hay un proceso de convergencia de dos masas de agua.

[22] Velez T. Carlos ,2002 Desarrollo de un módulo informático para el manejo de datos de oleaje visual para las agua Jurisdiccionales Colombianas. Boletín Científico CCP(2002, N° 9: 59.66

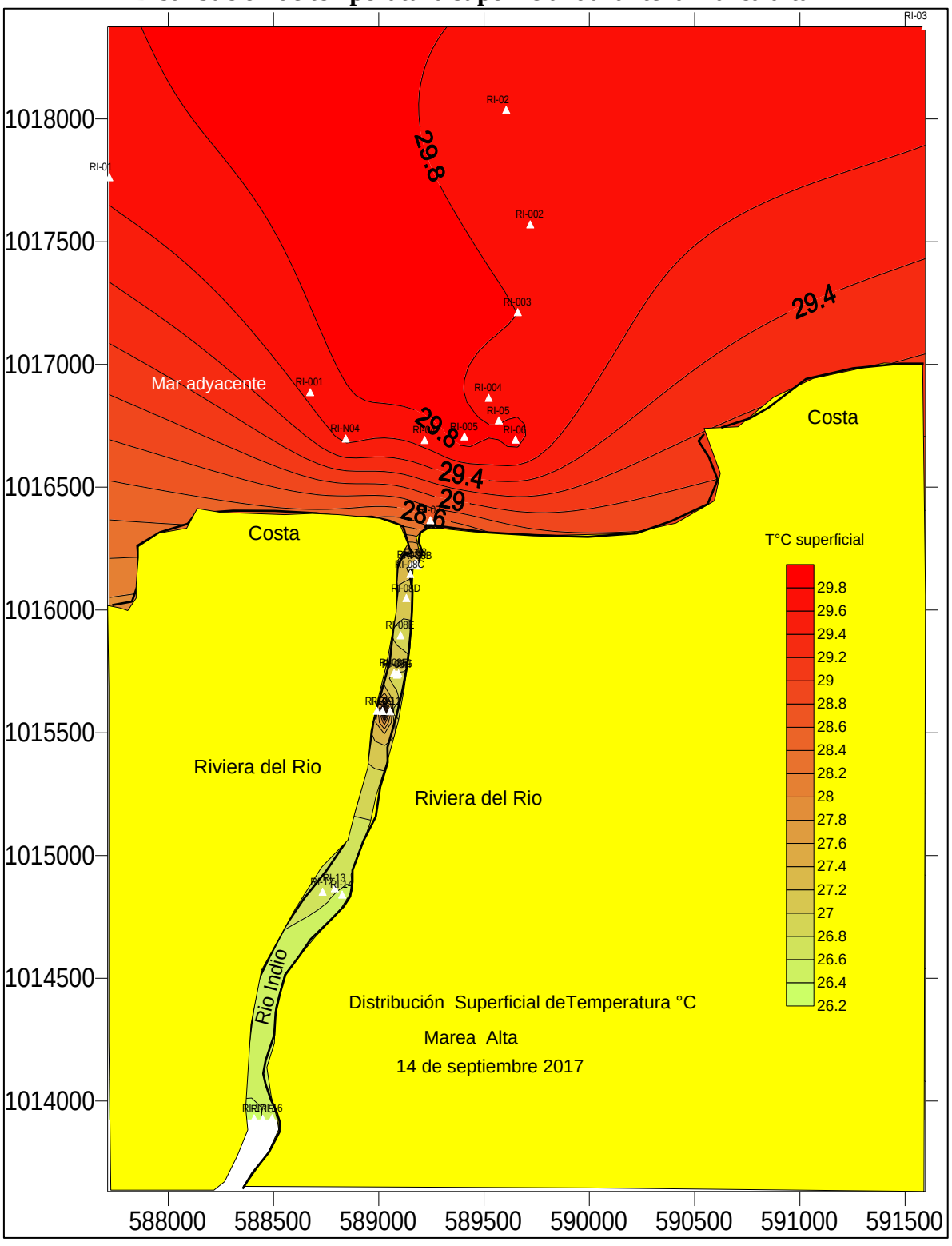
Mientras, que durante el estado de marea alta, las características del mar adyacente se acentúan en la desembocadura destruyendo dicha condición, la distribución de temperatura superficial es más paralela a la costa y la marea ingresa agua ligeramente más cálida en la desembocadura del río, haciéndose visible su alcance hasta la estación RI-09. La temperatura superficial en ese estado de marea, oscila con valores por el orden de 26.2 °C hasta 29.8°C.

Figura 4-75
Distribución de temperatura superficial durante la marea baja



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-76
Distribución de temperatura superficial durante la marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

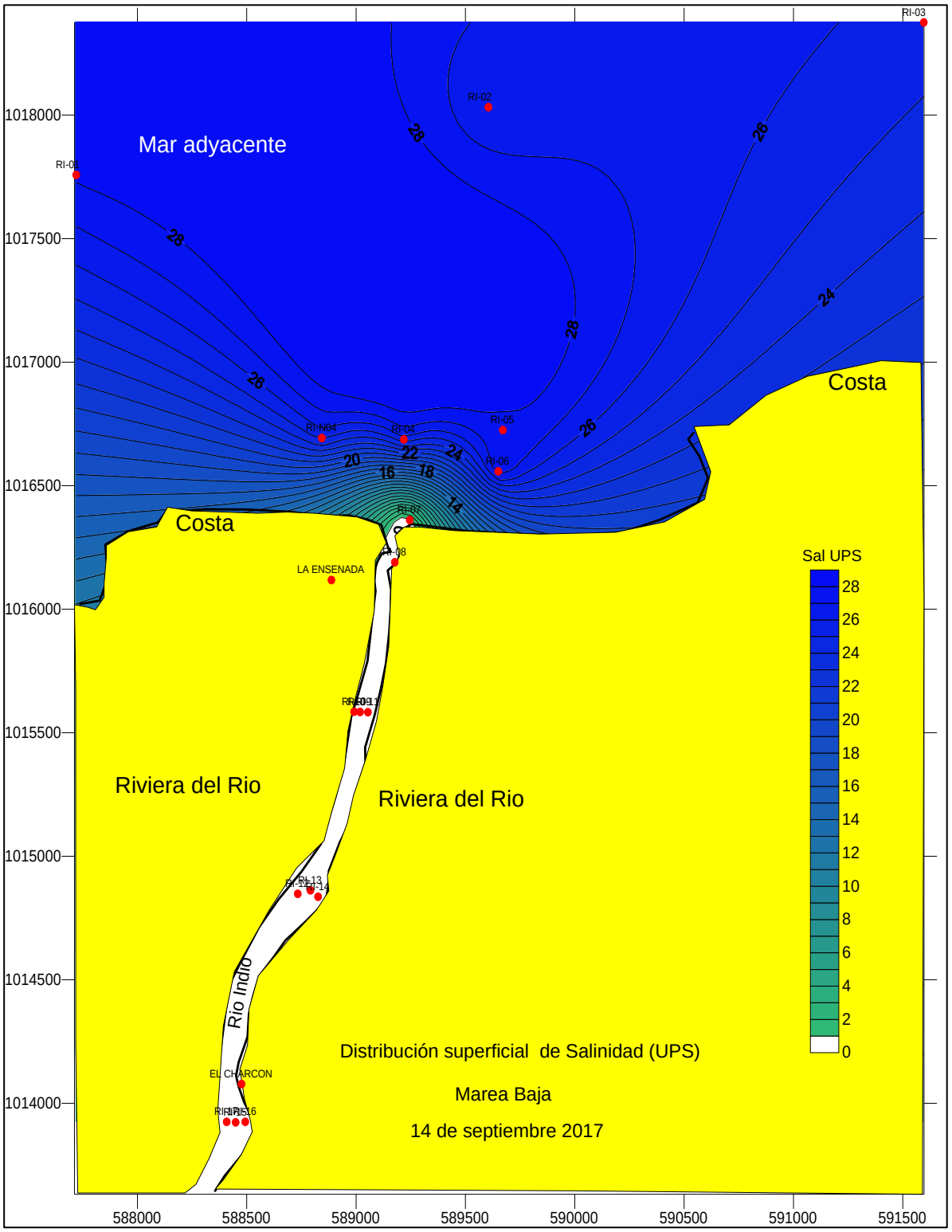
Salinidad

La distribución superficial de salinidad sigue el patrón de temperatura superficial, tal y como se puede observar en la figura 4-77 y 4-78 para cada estado de marea, baja y alta respectivamente.
En la primera se aprecia claramente, cómo el río a nivel superficial empuja el agua salada hacia el mar y cómo esta también empuja la masa de agua mezclada frente a la desembocadura. Se crea una fuerte estratificación horizontal, que va desde los 0 UPS hasta los 24 UPS en los primeros 344 m de distancia. Las aguas superficiales del mar adyacente, son modificadas localmente, debido a la mezcla y dilución con las aguas aportadas por el río Indio durante la marea baja en el periodo lluvioso, de modo, que el agua dulce domina los procesos de mezcla en el estuario, esta condición es típica de ríos de grandes descargas. En estado de bajamar las condiciones estuarinas se ubican en la desembocadura y parte del mar adyacente.

Esto es de particular importancia desde el punto de vista ambiental, especialmente; porque determina la entrada de nutrientes y otros componentes de origen terrígeno y antrópico a la zona costera y porque las condiciones estuarinas generadas, afectan los patrones de distribución de muchos organismos marinos.

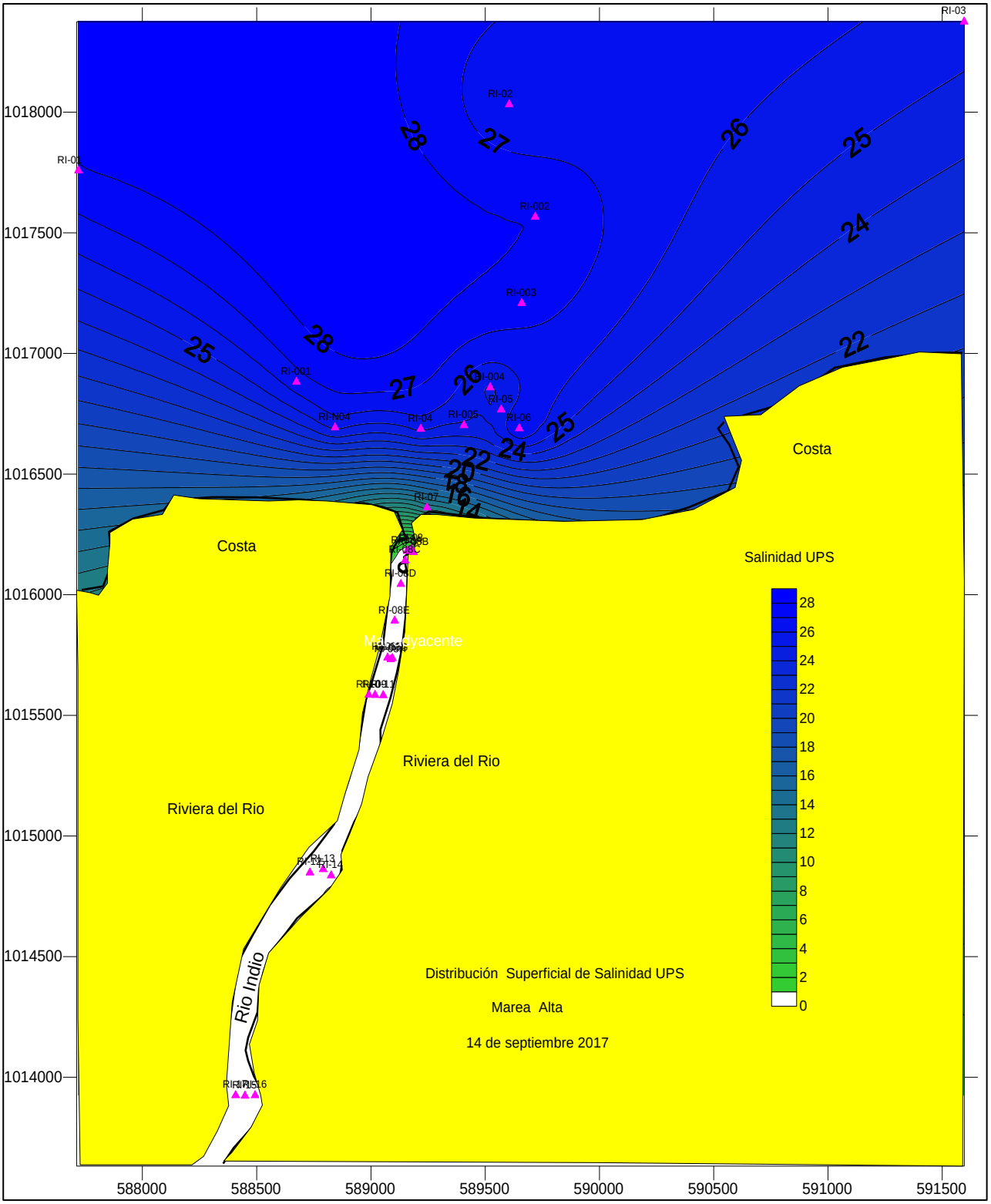
Durante la pleamar +1 o marea llenante se observa, a nivel superficial como la onda de marea empuja el agua mezclada de salinidad relativa baja, entre 1.5 a 13 UPS, hacia el cauce del río, ocupando los primeros 185 m de distancia desde su desembocadura.

Figura 4-77
Distribución superficial de salinidad UPS, marea baja



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Figura 4-78
Distribución superficial de salinidad UPS, durante la marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

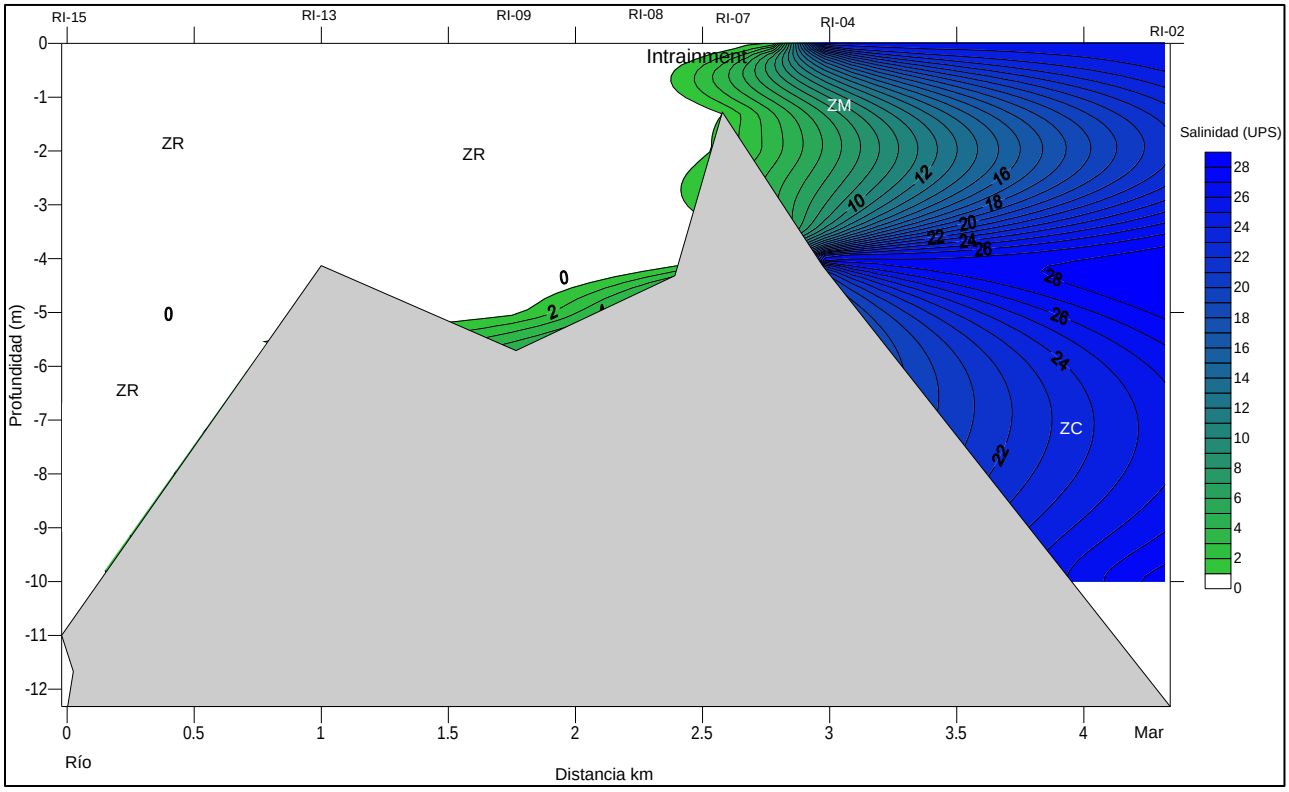
Distribución vertical

Salinidad

En la figura 4-79, se presenta la distribución vertical de salinidad durante la marea próxima a la bajamar, la misma evidencia, que la zona de río (ZR) se extiende desde la parte interna RI-15 hasta 2.5 y 2.7 km en la desembocadura por debajo de los 5 m y por arriba de 1 m de profundidad respectivamente. La salinidad se encuentra en rangos uniformes desde la superficie hasta el fondo en la zona de mezcla; pero el agua de mar es uniformemente diluida desde los valores del mar adyacente 28 UPS; donde se origina una estratificación vertical y horizontal a salinidad cero en la desembocadura del río.

El río posee en sí la mayor cantidad de energía dinámica en forma de turbulencia, y ejerce un control sobre el tipo de circulación y su influencia se ve reflejada en la zona de interfase o *intrainment.* En esta zona el esfuerzo tangencial del agua dulce empuja el agua salada y la inclina hacia arriba en dirección a la boca, y si es suficientemente grande forma olas internas en la interfase, tal y como se advierte en el ítem de oleaje.

Figura 4-79
Perfil longitudinal de salinidad durante la marea baja



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Esto incrementa la descarga de agua superior mezclada hacia la boca y por continuidad también del agua salada de la cuña inferior hacia el interior[23], donde posiblemente el transporte de sales sea por difusión, ya que se observa una acumulación de sales entre las estaciones RI-08 y más evidentes en la RI-09, en esa estación a los 5 m de profundidad se midió 0.72 UPS y una profundidad máxima fue 5.7 m.

La cuña de agua salada, que se observa se encuentra diluida por los procesos de mezcla, debido, a que en el estado de marea baja, el río posee la mayor energía y turbulencia y la cuña se mantiene muy próxima a la desembocadura, alcanzando una distribución horizontal con valores que van desde 3 a 0 UPS, disminuyendo hacia el interior del río, a unos 300 m de distancia y ocupa la capa entre 1 a 2 m de profundidad. Aunque, esta condición no es estacionaria, ya que al alcanzar las estoas de bajamar, la zona de río (ZR) podría extenderse más hacia el mar adyacente, debido a que la descarga del río es grande y la marea se retira un poco más.

Una de las características relevantes para ese estado de marea, es la influencia de la zona de río (ZR), que ocupa casi todo el cauce principal de este, desde superficie hasta el fondo y su efecto en las aguas del mar adyacente, debido a la gran descarga o flujo, desarrollando las condiciones de estuario afuera de él y dentro del mar adyacente.

Durante el cambio de marea hacia la pleamar, tal y como se aprecia en la figura 4-80, el prisma mareal aumenta o es sustancialmente mayor en volumen que la descarga del río, las corrientes mareales se acentúan y la tracción de la marea es mayor durante la bajamar +3, debido a la geomorfología estrecha en su desembocadura y a la condición estuarina. La turbulencia generada por estas corrientes, presionan sobre la estratificación natural que prevalece cuando el agua dulce fluye hacia afuera en marea baja y la columna de agua es dinámicamente desestabilizada a partir del fondo, se advierte, que el agua más salada con valores por el orden de 14 a 10 UPS, ingresa por el estrato de los 5 m de profundidad, donde las irregularidades de la topografía del fondo y la descarga del río en esa profundidad hunden la cuña de agua salada.

Mientras, que en la superficie la marea logra rebasar la desembocadura y la zona erosionada o *entrainment* se desplaza hacia adentro, empujando la zona de mezcla hacia el interior y ocupando el estrato entre uno a 4 m en su parte más interna. La salinidad va disminuyendo gradualmente, desde los 10 a 0 UPS en su remonte por el cauce principal del río hasta 200 m antes de la estación RI-13 y 1.1 km antes de la RI-15 o el Charcón, ya que el segmento ZR o zona de río ocupa esos estratos. La salinidad en la zona de mezcla se encuentra en rango uniforme o bien mezclada desde la superficie hasta el fondo, característica similar, que también es observada en marea baja y es mesurablemente diluida en su remonte hacia la parte interna del río.

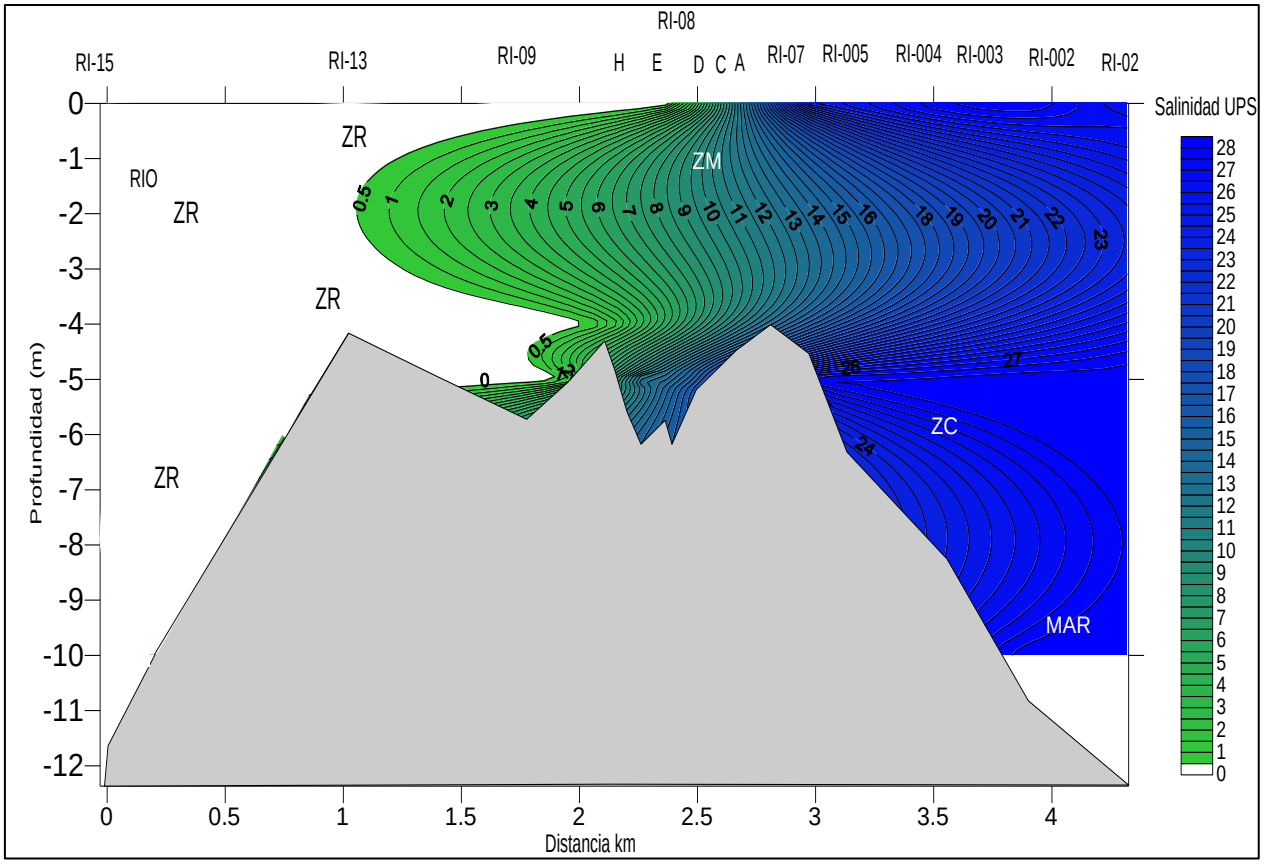
En resumen, la cuña de agua salada, durante la marea alta ingresa hacia la parte interior, aproximadamente en los primeros 653 m desde la superficie hasta el fondo, quedándose

[23] Hidrodinámica de Lagunas costeras, Capítulo 1 Introducción, Conceptos Básicos y Clasificaciones. https://www.scribd.com/document/232053935/**Lagunas**-**Costeras**

atrapada el agua más salada en los estratos inferiores. Seguidamente, el agua ya mezclada y ligeramente menos salina, ocupa el estrato entre 1-4 m, estrato donde hay homogeneidad transversal del cauce, y se desliza por el mismo en su remonte hacia el interior del río, hasta una distancia de 800 m muy próxima a la estación RI-13, donde la zona de río ocupa esa superficie. Por lo tanto, la distancia máxima recorrida de la cuña salada observada, bajo esas condiciones fue de 1.500 m, desde su desembocadura.

Mientras, que en marea baja, esta se desarrolla próxima a la desembocadura, e ingresa unos pocos metros hacia el interior; entre la capa de 1 a 2 m de profundidad, la cual es por continuidad y balance de masa; pero el efecto más visible del río, debido a su descarga y gran cantidad de energía cinética turbulenta, es la mezcla vertical dentro del mar adyacente y la misma se compara como una surgencia costera. Esta característica también se observa en la distribución de temperatura superficial, igualmente.

Figura 4-80
Perfil longitudinal y vertical de salinidad durante la marea alta



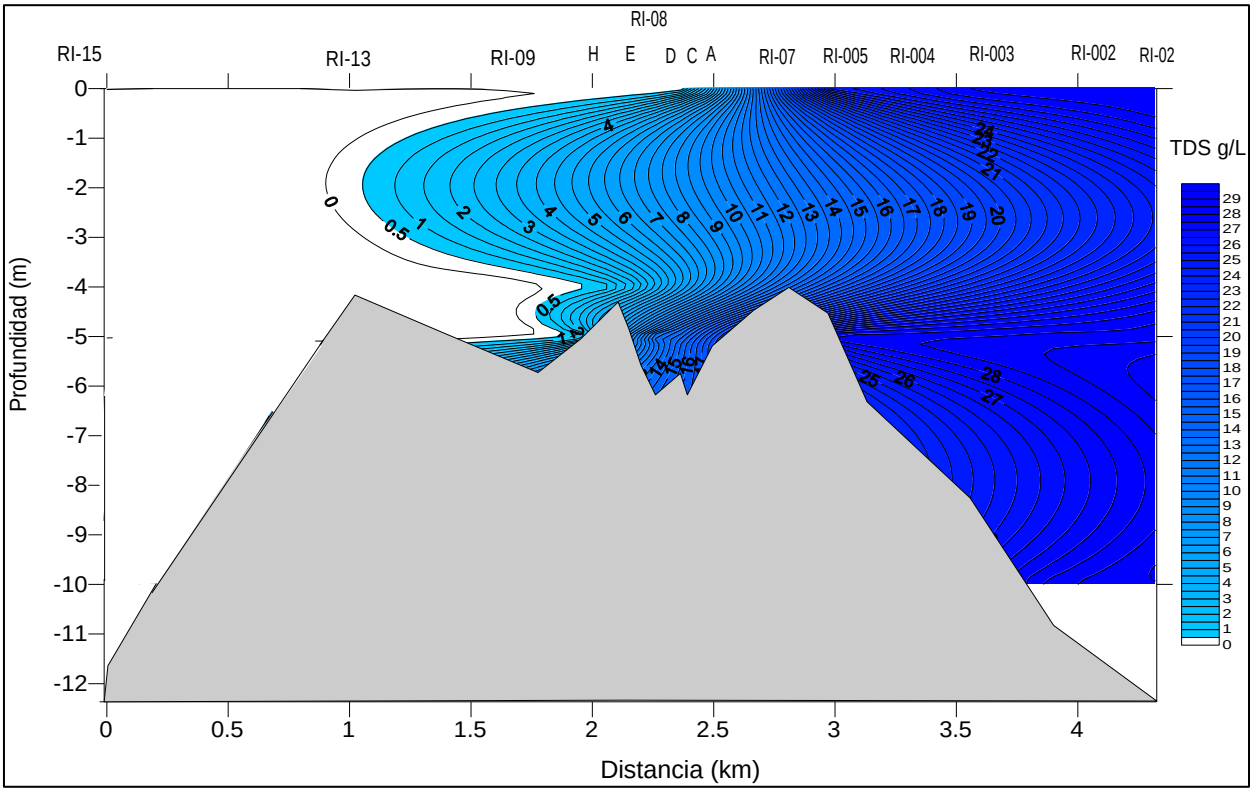
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Sólidos disueltos totales (TDS) y conductividad (µS/cm).

La medida de TDS y conductividad tiene como principal aplicación en el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Mientras, que en la oceanografía el parámetro de medición utilizado es la salinidad. Sin embargo, entre estos parámetros existe una gran relación intrínseca y por lo general, son utilizados como un factor de calibración y de calidad de los datos. Es así, como la conductividad del agua es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella.

En las figuras 4-81 y 4-82, se presenta la distribución longitudinal y vertical, desde el mar adyacente hacia el interior del río, durante la marea alta de los TDS y Conductividad. Se aprecia, como ambos parámetros siguen el patrón de salinidad, lo que indica la gran relación que existe entre ellos y advierte de una gran confiabilidad en la calidad de nuestros datos. Las correlaciones entre estas variables, gráfica 4-29, muestran relaciones funcionales lineales de r^2= 0.99, que permiten definir el comportamiento del sistema integrado, aguas continentales – aguas marinas o sistema estuarino para el periodo húmedo.

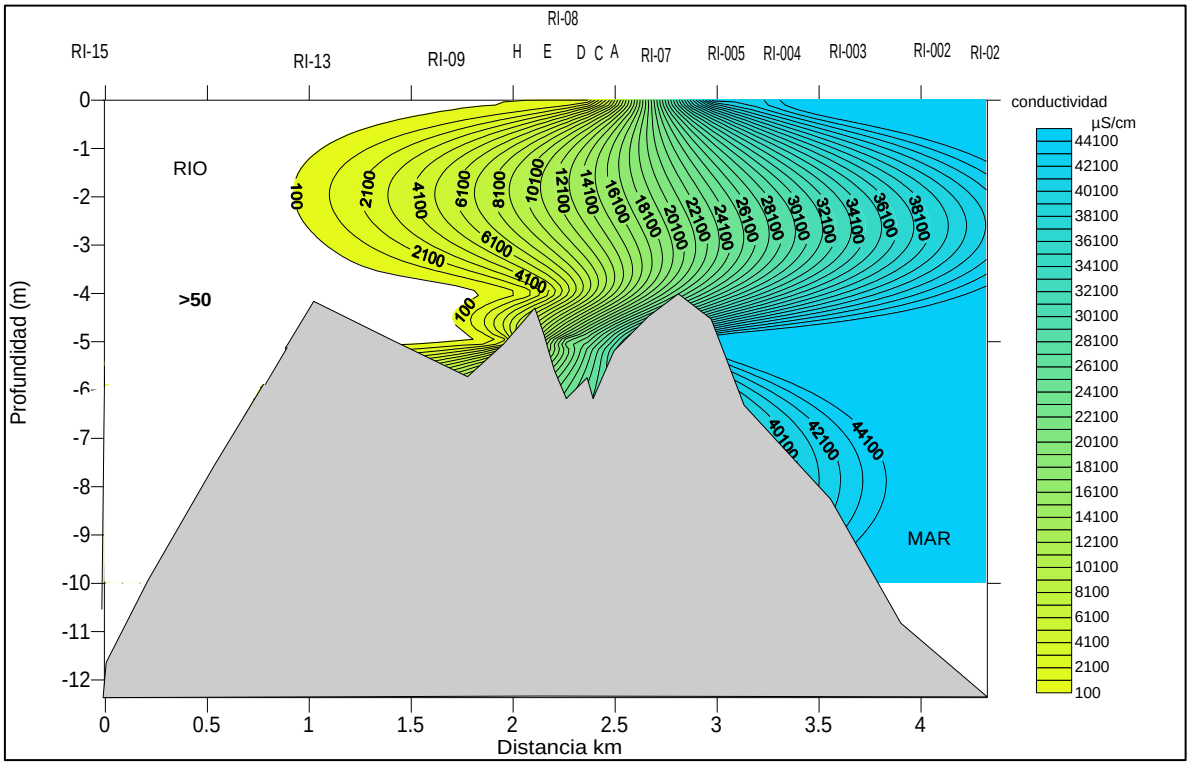
Figura 4-81
Perfil longitudinal y vertical de TDS durante la marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Los sólidos totales disueltos estuvieron entre 29.44 g/L (RI-02) a los 10 m en el mar adyacente, y disminuye gradualmente hacia el interior del río presentando una estructura uniforme desde superficie al fondo en la desembocadura y alcanzando un valor mínimo en la columna de 0 g/L en la (RI-13).

Figura 4-82
Perfil longitudinal y vertical de conductividad (µS/cm) durante la marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

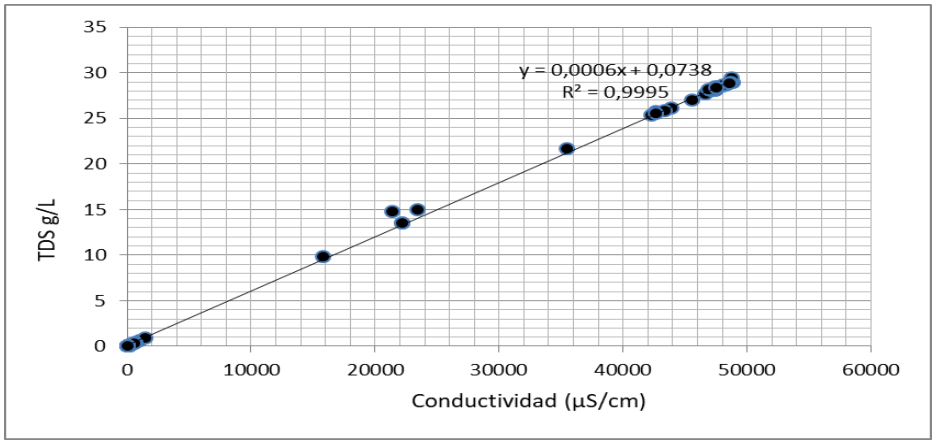
Por otro lado, la conductividad osciló con valores por el orden de 57 a 48800 µS/cm y de acuerdo a los rangos establecidos en la tabla 4-53, indican la presencia de aguas muy poco salobres >50 -100 µS/cm, desde la RI-13 a RI-15, - muy salobres 10.000-15.000 µS/cm en la estaciones RI-08 y marinas, siendo estas últimas con la mayor capacidad eléctrica.

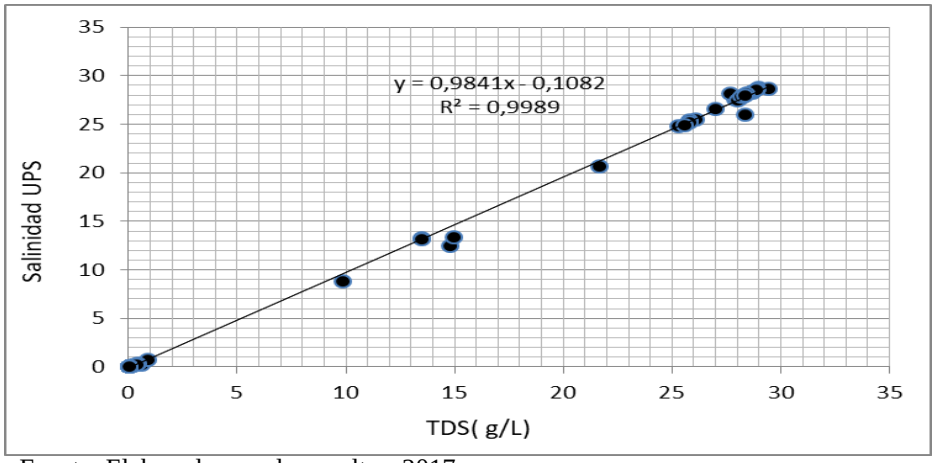
Tabla 4-56
Características de las aguas naturales en función de la conductividad eléctrica

AGUAS NATURALES	CONDUCTIVIDAD
Agua de mar	~ 50.000 - 60.000 µS/cm
Aguas muy salobres	~ 10.000 - 15.000 µS/cm
Aguas salobres	~ 1.000 - 2.000 µS/cm
Aguas poco salobres	~ 250 - 750 µS/cm
Aguas muy poco salobres	~ 50 - 100 µS/cm

Fuente: http://www.quimicadelagua.com/Conceptos.Analiticos.Conductividad.html

Gráfica 4-29
Relaciones funcionales TDS, conductividad y salinidad





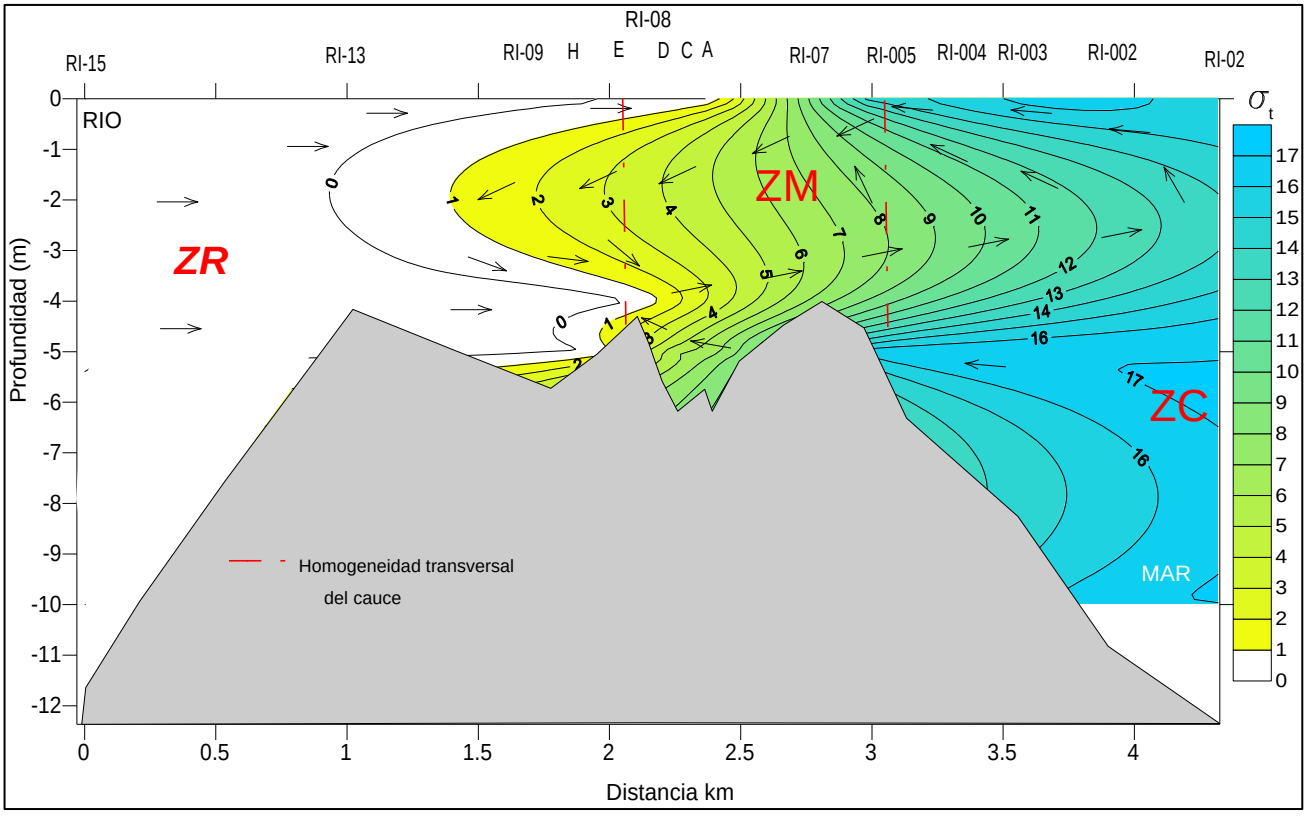
Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Circulación y clasificación del estuario

Para describir la circulación del sistema se toma la distribución vertical de densidad; la cual es uno de los parámetros más importantes en el estudio de la dinámica marina y está relacionada con la temperatura, salinidad y profundidad.

En la figura 4-83, se presenta la distribución vertical de la densidad (sigma t), la cual es similar a la salinidad e indica, que hay procesos de dilución, mezcla y estratificación horizontal y vertical. La densidad disminuye gradualmente hacia el interior del cauce del río y es uniforme desde la superficie hasta el fondo en la desembocadura, durante la marea alta.

Figura 4-83
Perfil longitudinal y vertical de densidad durante la marea alta

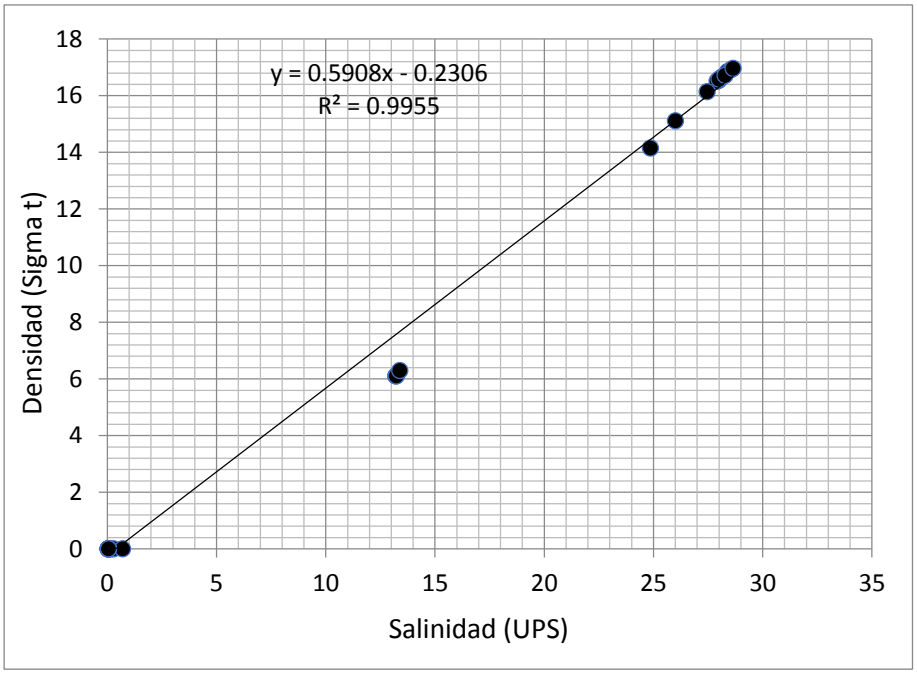


Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Para definir el comportamiento del sistema de río Indio se analizó la relación funcional entre la salinidad (variable independiente y conservativa) con la densidad, en el supuesto que los procesos para el periodo lluvioso deben alcanzar un equilibrio estable que puede ser reflejado en el cambio de la distribución de estas variables, gráfica 4-30. La regresión mostró una relación funcional de (r^2 = 0.99) el cual indica, que la distribución de la salinidad es la estructura dinámica del sistema y que la influencia del río es detectable a través de dicha distribución.

Gráfica 4-30

Relación funcional salinidad vs densidad, durante la marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

En base, a los segmentos (ZR, ZM, ZC), a la distribución vertical de densidad, salinidad y utilizando estas variables como trazadores netos de circulación general, se propone un modelo esquemático de circulación, que se presenta en la figura 4-84. De estas se pudo inferir, que en general existe un sistema de circulación estuarina, ingreso y salida de la cuña salada con movimiento anti horario modulado por los ciclos de marea y los aportes fluviales.

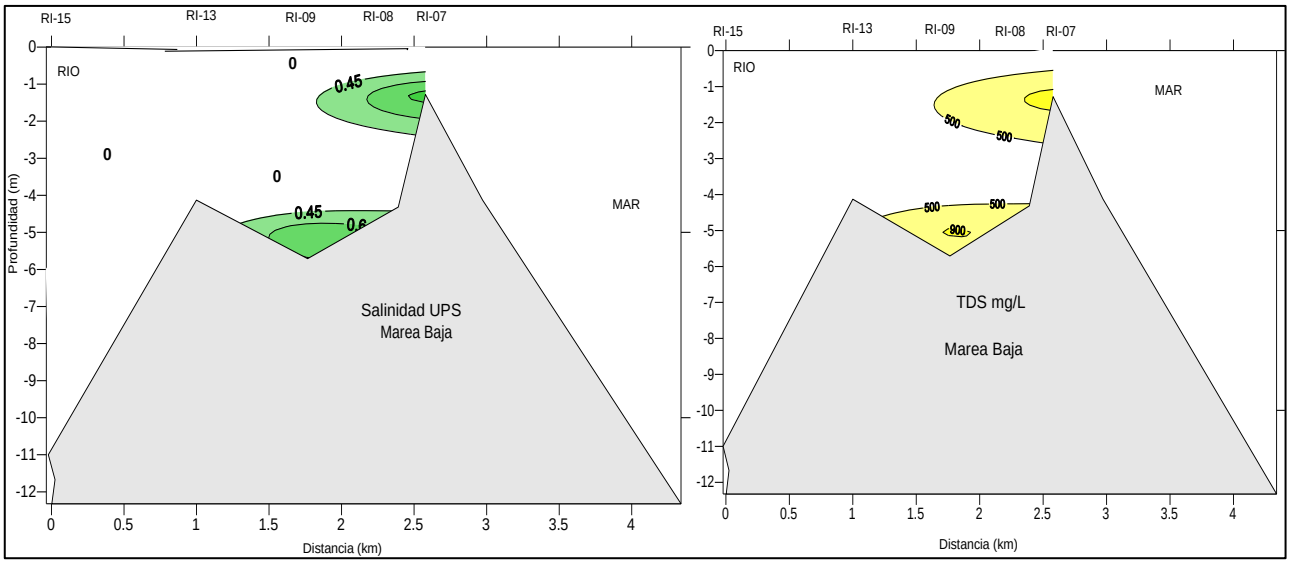
Por lo tanto, la ubicación de la cuña de sal en relación con la desembocadura del río depende de la fuerza relativa del flujo del río y de las corrientes de marea. La primera actúa sobre la masa de agua hacia afuera penetrando el mar adyacente característica, que es más significativa durante la marea baja y la segunda fuerza incide en la masa de agua como un forzante de movimiento hacia el interior del río, durante la marea alta, donde la cuña salada se desliza entre la capa de 1- 4 m de profundidad, después de la zona de mezcla, hasta una distancia aproximada de 1.500 m; debido a la homogeneidad transversal del cauce, que no ofrece resistencia al flujo, luego se hunde y gira hacia la desembocadura y mar adyacente; producto de la descarga turbulenta del río, para iniciar nuevamente el movimiento, como pulsación de marea, en la superficie y a los 5 m de profundidad.

De acuerdo al análisis realizado, este sistema es un estuario de cuña salada, clase A.

Distancia máxima de distribución de los parámetros de referencia durante un ciclo de marea.

Entre los objetivos del proyecto se plantea la determinación de ciertos valores como referencia de la calidad del agua en el cauce principal del río. En ese sentido, se establece un valor para la salinidad 0.45UPS y 500 mg/L de TDS. Para la consecución del mismo se toma la unidad río o sea desde la desembocadura hacia la parte interior o cauce principal. Así podemos notar en la figura 4-86, que durante la marea baja la salinidad de referencia se encuentra en dos profundidades y a diferentes distancias. La primera a 500 m distancia de la desembocadura hacia el sur entre 1 y 2 m de profundidad y la segunda se ubica en la depresión que se extiende aproximadamente 1km desde la estación RI08-RI-09 a los 5 m de profundidad. El valor de referencia de los TDS es consistente con el valor de salinidad y ocupa la misma distancia y profundidad.

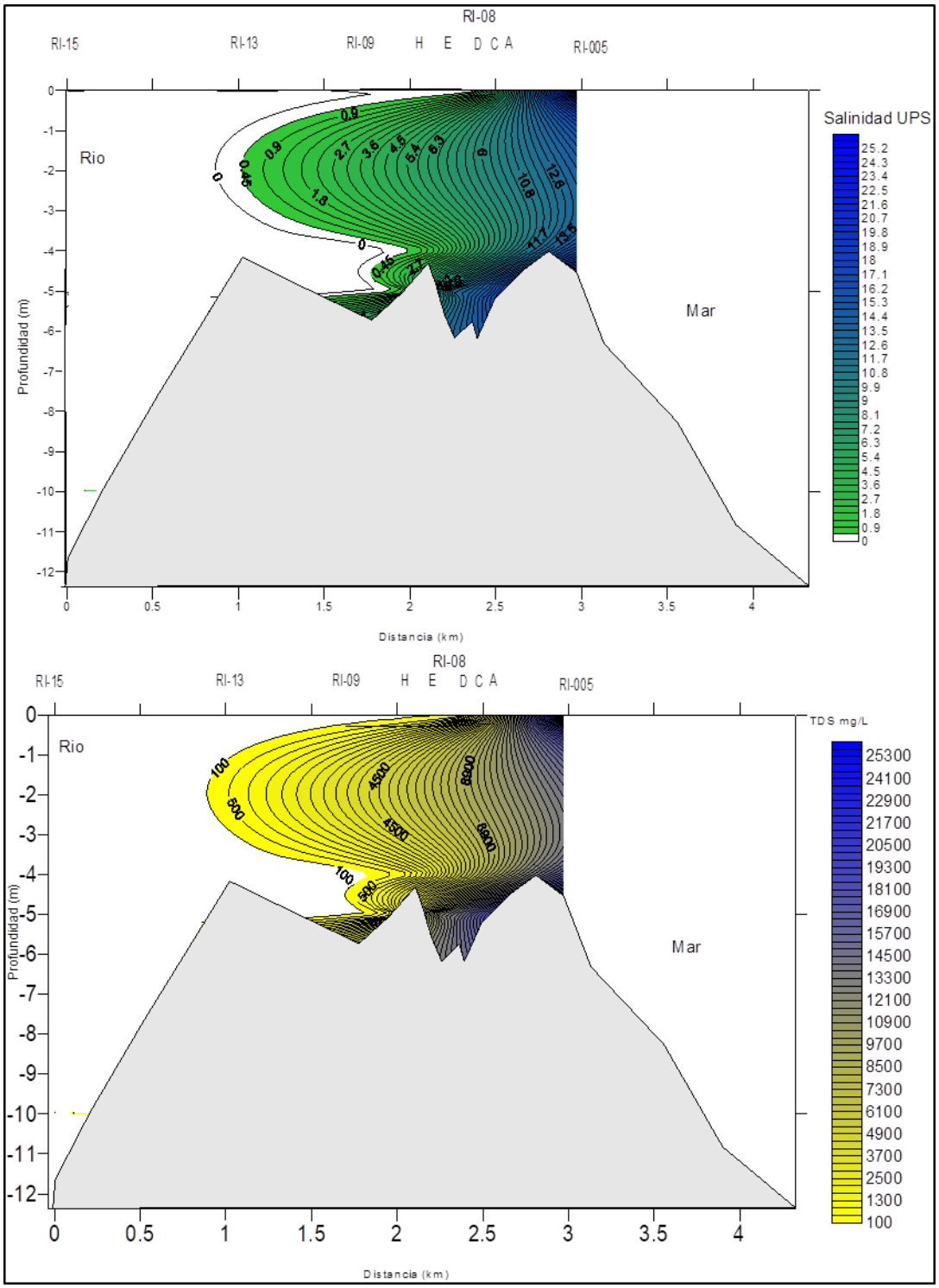
Figura 4-84
Distancia de los valores de referencia, (salinidad y TDS) marea baja



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Durante la marea alta, figura 4-85, estos valores de referencia experimentan un desplazamiento hacia el sur o interior del cauce del río, como una cuña salada en los estratos de 2 a 4 m, alcanzando una distancia máxima de 1.453 m, se contrae 500 y 800 m y se hunde a partir de los 4 -5m de profundidad respectivamente.

Figura 4-85
Distancia de los valores de referencia (salinidad y TDS) marea alta



Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

4.1.7 Calidad de aire

La calidad del aire constituye uno de los temas ambientales que más directamente afectan a la población, como lo han demostrado diversos estudios científicos (Análisis de la Calidad del Aire en España: Evolución 2001-2012[24]), siendo por ende un componente ambiental que principalmente es evaluado en las áreas con presencia de pobladores, más que en áreas naturales, al estar asociado con la incidencia de diversas enfermedades cardiorrespiratorias, especialmente el material particulado, el cual ha sido asociado a eventos de mortalidad y morbilidad en la población (Pope y Dockery, 2006[25]).

Las principales fuentes emisoras de contaminantes pueden ser clasificadas, según sus características en fuentes fijas, móviles y fugitivas. Las fuentes fijas consideran principalmente las emisiones generadas por la quema de combustibles producto de actividades industriales, residenciales o incendios forestales. Las fuentes móviles corresponden a las emisiones provenientes de los gases de escape, desgaste de frenos y neumáticos, de distintos tipos de transporte (Ministerio del Medio Ambiente, 2011[26]).

Las fuentes fugitivas, consisten en emisiones que no son canalizadas por ductos, chimeneas u otros sistemas hacia el exterior, tales como emisiones provenientes de calles pavimentadas y sin pavimentar, así como de la construcción, demolición, entre otras. Las emisiones fugitivas también tienen un origen natural, debido a la suspensión de tierra o erosión de rocas por acción del viento. Sus tasas de emisión dependen fuertemente de parámetros meteorológicos como la velocidad del viento, humedad ambiental y precipitaciones (Jorquera, 2007, tomado de Informe de Calidad Ambiental 2012[27]).

La cuenca del río Indio se caracteriza por ser una zona rural, donde hay limitaciones para el establecimiento de fuentes que puedan generar alteraciones significativas en la calidad del aire. En la cuenca predominan en sí las áreas naturales cubiertas de vegetación boscosa o parches de vegetación, así como establecimiento de comunidades distribuidas en el tramo alto, medio y bajo; siendo principalmente las actividades agropecuarias las más predominates. En cuanto a fuentes móviles de emisiones gaseosas, éstas consisten principalmente en vehículos que transitan la limitada red vial que conecta algunos de los centros poblados y el tránsito de embarcaciones pequeñas que utilizan los tramos navegables de los cursos de agua existentes para movilización y pesca.

Resultados obtenidos

Los registros obtenidos en cada uno de los puntos, son presentados y descritos a continuación, en primer lugar se presenta un análisis para cada uno de los tramos (alto, medio y bajo) y finalmente se analiza la condición de la cuenca en general, sobre la base de los resultados globales obtenidos.

[24] Análisis de la Calidad del Aire en España: Evolución 2001-2012. Informe del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 2013.
[25] Pope C. and D. Dockery. 2006. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. Air & Waste Manage. Assoc. 56:709 –742.
[26] Informe del Estado del Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Chile, 2011.
[27] Informe de Calidad del Aire 2012. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 2013.

Tramo alto

En el tramo alto de la cuenca se localizan los puntos ubicados en los sectores El Harino y La Mesa. La tabla 4-57 presenta los resultados obtenidos en las mediciones de variables climáticas durante el muestreo, las cuales permiten conocer las condiciones existentes al momento del muestreo, aunque no pueden ser consideradas como condiciones características del sector, por ser el resultado de mediciones puntuales.

Tabla 4-57
Variables climáticas (tramo alto)

Ubicación del Punto de Medición	Resultados			
	Humedad (%)	Temperatura (ºC)	Dirección del viento (grados)	Velocidad promedio del viento (km/h)
El Harino	65 a 87	23 a 33	117 a 321	0.32
La Mesa	71 a 88	18 a 26	195 a 269	15.30

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017

Los resultados indican que en el sector El Harino la humedad se mantuvo en niveles moderados a altos (65 a 87%), con temperaturas entre 23 y 33 grados Celsius, reflejando los efectos de las variaciones horarias y la exposición al sol que en ocasiones elevó la temperatura a más de 30º. La velocidad del viento se registró en niveles bajos favorecidos, principalmente, por la presencia de vegetación arbórea y arbustiva, clasificándose como condiciones de calma según la escala de Beaufort (0 a 1 km/h). Estos vientos mostraron una dirección variable, siendo un parámetro que naturalmente presenta grandes variaciones puntuales y horarias, el cual osciló entre 117 y 321 grados.

Al momento de las mediciones realizadas en el sector de La Mesa, la humedad presentó cierta similitud al punto anterior, oscilando entre 71 y 88%, con temperaturas levemente menores entre 18 y 26 grados Celsius, así como vientos con mayor velocidad promedio (15.30 km/h) que corresponde a una brisa suave según la escala de Beaufort (12 a 19 km/h) y una relativa de menor variabilidad respecto al punto en El Harino, en cuanto a la dirección de los mismos, encontrándose registros entre 195 y 269 grados, es decir con cierta tendencia a una dirección suroeste.

Por otra parte, las mediciones realizadas a parámetros de calidad del aire (material particulado y monóxido de carbono), se muestran en la tabla 4-58. En dicha tabla se incluye adicionalmente, con fines comparativos, los límites máximos indicados en normativas de referencia seleccionadas (ya que Panamá no cuenta con una norma vigente relacionada con la calidad del aire).

Tabla 4-58
Niveles encontrados de material particulado y CO (tramo alto)

Ubicación del Punto de Medición	Promedio para 24 horas (µg/m^3)		En 8 horas (µg/m^3)
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO
El Harino	14.08	10.75	49.65
La Mesa	184.81	1.68	60.31
Anteproyecto de Norma	365	150	10,000
Organización Mundial de la Salud	20	50	----

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

Los resultados obtenidos en el tramo alto de la cuenca, alcanzan valores variables entre los puntos de medición, de tal manera que el material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), se encontró en una concentración mayor en el área de La Mesa, mientras que el material particulado más fino (menor a 2.5 micras o $PM_{2.5}$), se presenta en mayor cantidad en El Harino.

Ambos tipos de partículas corresponden al material particulado denominado respirable, es decir que puede penetrar en las vías respiratorias, y la exposición continua a elevadas concentraciones puede generar enfermedades cardiorespiratorias (como se mencionó previamente), sin embargo, las de menor diámetro o partículas finas ($PM_{2.5}$) se consideran con mayor peligrosidad para las comunidades, respecto a las partículas gruesas (incluidas en la medición de PM_{10}), ya que al ser inhaladas pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

La presencia de partículas gruesas se relaciona principalmente con emisiones directas desde las fuentes, sin procesos de transformación, entre las cuales se puede destacar la erosión eólica por suelos descubiertos (por efecto del viento) y la quema de materia orgánica o masa vegetal, de tal manera que los resultados obtenidos pudieran indicar que en el sector de La Mesa hay una mayor presencia de este tipo de fuentes, al momento de las mediciones, ya que el valor de PM_{10} es considerablemente superior a $PM_{2.5}$..

A este respecto, como se observa en el anexo fotográfico, cabe destacar la presencia de una finca de producción de pollos de la empresa Toledano, en los alrededores del punto de medición. Si bien el punto de medición no fue colocado dentro de la propiedad de dicha empresa sino en los alrededores, es conocido que en este tipo de plantas durante las labores diarias del cuidado de las aves se produce polvo orgánico ambiental a partir del alimento balanceado, heces fecales, plumas, entre otros, el cual se dispersa en las áreas de trabajo (Rojas y García, 2015[28]).

[28] Rojas V. Luis y García P. Amalia, 2015. Caracterización de la exposición a polvo orgánico en el área de producción de alimento balanceado y granjas avícolas en la empresa "Megaves Cía. Ltda.". Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito , Ecuador. Revista Siembra 2 (2015) 044–050.

En el área de El Harino, por otra parte, se observa que la concentración de PM_{10} no es muy superior al registro de $PM_{2.5}$, indicando que predominan las partículas finas. Esta situación puede relacionarse por ejemplo, con la acción mecánica viento y/o del paso de vehículos sobre suelos descubiertos (aunque esta fuente también se relaciona con la emisión de partículas gruesas, dependiendo de las características del suelo), ya que el entorno del punto de medición presenta cierta proporción de suelos descubiertos.

En el caso del monóxido de carbono, su presencia se relaciona comúnmente con la quema de combustibles fósiles a nivel de vehículos, camiones, etc., es decir actividades antropogénicas. Sin embargo, también es generado por la quema de biomasa orgánica como es el caso de los incendios forestales o la quema provocada de masas vegetales. En los puntos de medición ubicados en el tramo alto de la cuenca, los resultados indican la presencia de ligera concentración de monóxido de carbono.

Al comparar los resultados obtenidos con la normativa de referencia indicada en la tabla 3-12, se observa que en ambos puntos las concentraciones de los parámetros considerados no superan el límite establecido en el anteproyecto de norma para Panamá, lo cual es cónsono con lo esperado para áreas rurales sin presencia de fuentes significativas de contaminantes atmosféricos, donde además las condiciones existentes permiten un alto intercambio de las masas de aire por ser zonas abiertas, de tal manera que las variables registradas no superaron los límites señalados en las normas de referencia. Sin embargo, para el caso del material particulado menor a 10 micras, la concentración promedio supera el límite señalado en las guías de calidad ambiental de la OMS, la cual considera criterios más restrictivos. Condiciones particulares al momento de las mediciones pudieron generar dicho registro.

Tramo medio

En el tramo medio se realizaron dos mediciones, un punto fue ubicado en El Limón y el segundo en el sector Tres Hermanas. Los resultados obtenidos en cuanto a las condiciones climáticas durante el muestreo, se presentan en la tabla 4-59.

Tabla 4-59
Variables climáticas (tramo medio)

Ubicación del Punto de Medición	Resultados			
	Humedad (%)	Temperatura (ºC)	Dirección del viento (grados)	Velocidad promedio del viento (km/h)
El Limón	77 a 88	22 a 29	177 a 345	0.024
Tres Hermanas	48 a 83	22 a 31	2 a 302	1.94

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

En El Limón, se alcanzó una temperatura del aire entre 22 y 29 grados, siendo valores que pudieran estar relacionados con cierta protección que proporciona la vegetación arbustiva existente en el sitio donde fue instalado el equipo de medición, lo cual reduce el período de exposición directa al sol. La humedad se mantuvo alta a lo largo del día de medición (77 a 88%), como es de esperarse en áreas naturales con abundante vegetación. La velocidad del viento se mantuvo en niveles considerados como de calma según la escala de Beaufort (0 a 2 km/h), posiblemente favorecido por la vegetación circundante. Estos vientos mostraron

dirección variable a lo largo del día con cierta tendencia a presentarse vientos con dirección Noreste (313 a 345 grados).

En el punto ubicado en Tres Hermanas, la humedad relativa osciló entre 48 y 83 grados, alcanzando menores valores que en El Limón, aunque la diferencia no se considera relevante. La temperatura del aire fue similar al punto anterior con 22 a 31 grados Celsius. Los vientos mostraron una gran variabilidad en su dirección y una velocidad que supera a la registrada en El Limón, pero que igualmente corresponde a una condición de calma según la escala de Beaufort.

Con relación a los resultados obtenidos en las mediciones de los parámetros de calidad del aire, estos se muestran en la tabla 4-60 donde son comparados con los límites máximos indicados en las normativas de referencia seleccionadas (ya que Panamá no cuenta con una norma vigente relacionada con la calidad del aire).

Tabla 4-60
Niveles encontrados de material particulado y CO (tramo medio)

Ubicación del Punto de Medición	Promedio para 24 horas (µg/m^3)		En 8 horas (µg/m^3)
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO
El Limón	12.30	7.61	87.20
Tres Hermanas	9.15	5.06	65.69
Anteproyecto de Norma	365	150	10,000
Organización Mundial de la Salud	20	50	----

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017.

Los resultados presentados indican que tanto el material particulado como el monóxido de carbono se presentan en mayores concentraciones en El Limón respecto a Tres Hermanas, pero muy por debajo de los límites establecidos en el Anteproyecto de Norma que adelanta MiAMBIENTE. Estos resultados pudieran relacionarse con la presencia de una mayor superficie de suelo descubierto en el primero de los puntos, a diferencia de los suelos en Tres Hermanas alrededor del punto de medición, los cuales se encontraban cubiertos de gramínea. Asimismo, el punto ubicado en El Limón se encontraba a menor distancia de vías de circulación vehicular de tierra.

Como se señaló anteriormente para el tramo alto de la cuenca, existen fuentes específicas que se relacionan con la generación de partículas finas o gruesas y de monóxido de carbono, así como fuentes que puede generar varias de ellas. En el caso de los puntos de medición seleccionados para el tramo medio de la cuenca, las condiciones particulares existentes en cada uno de ellos, antes mencionadas, pudieron propiciar la presencia de material particulado, producto de la erosión eólica por el paso vehicular, así como de monóxido de carbono proveniente de las emisiones vehiculares, al momento de realizarse las mediciones en cada uno de dichos puntos, pudiendo sustentar los resultados obtenidos, siendo valores ligeramente

Adicionalmente, en vista que alrededor del punto de medición ubicado en El Limón se encuentra vegetación de mayor altura, respecto al punto ubicado en Tres Hermanas, en este último las condiciones favorecen la circulación de las masas de aire y la dispersión de las partículas y gases. En cierta forma esta aseveración puede ser sustentada con los registros de velocidad del viento, antes descritos, aunque la diferencia no es muy significativa.

En líneas generales, los niveles encontrados en ambos puntos, se relacionan con la ausencia de fuentes significativas de contaminantes atmosféricos, en vista que los mismos son muy por debajo de los límites establecidos en las normas de referencia, para ambos puntos de medición.

Tramo bajo

En el tramo bajo de la cuenca de río Indio, también se establecieron dos puntos de medición ubicados en el sector de Las Cruces y cerca de la desembocadura del río Indio (Boca de río Indio). En la tabla 4-61 se presentan los resultados obtenidos en las mediciones de variables climáticas durante las 24 horas de muestreo.

Tabla 4-61
Variables climáticas (tramo bajo)

Ubicación del Punto de Medición	Resultados			
	Humedad (%)	Temperatura (ºC)	Dirección del viento (grados)	Velocidad promedio del viento (km/h)
Las Cruces	61 a 87	21 a 38	0 a 259	0.10
Boca de río Indio	71 a 86	22 a 32	151 a 261	6.45

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017

En estos puntos se encontró valores de humedad y temperatura similares, con elevados niveles de humedad (61 a 87 % y 71 a 86 %, en Las Cruces y en la Boca de río Indio respectivamente), y temperaturas entre 21 a 38 ºC y 22 a 32 ºC (Las Cruces y en la Boca de río Indio respectivamente), siendo condiciones relacionadas a las variaciones horarias, condiciones de exposición al sol variables entre los puntos de medición y la alternancia de períodos de nubosidad y eventos de alta insolación.

Por su parte, la velocidad del viento varió entre los puntos encontrándose, según la escala de Beaufort, condiciones de calma en Las Cruces (< 2 km/h) y brisa ligera en la Boca de río Indio (< 7 km/h). Estos vientos mostraron una dirección variable a lo largo del día y en ambos puntos de medición, especialmente en Las Cruces. La cercanía del punto ubicado en la Boca de río Indio a la zona litoral, pudiera ser la causa de una menor variabilidad en este punto.

En la tabla 4-62, presentada a continuación, se indican los resultados obtenidos en el tramo bajo de la cuenca, en cuanto a las mediciones de los niveles de material particulado y el monóxido de carbono, así como su comparación con los límites máximos señalados en normativas de referencia.

Tabla 4-62

Niveles encontrados de material particulado y CO (tramo bajo)

Ubicación del Punto de Medición	Promedio para 24 horas (µg/m^3)		En 8 horas (µg/m^3)
	PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**CO**
Las Cruces	12.36	10.17	213.56
Boca de río Indio	389.74	2.88	122.40
Anteproyecto de Norma	365	150	10,000
Organización Mundial de la Salud	20	50	----

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2017

Estos resultados muestran que en el sector de Las Cruces, el material particulado fino predomina respecto a las partículas gruesas, que pudiera sugerir la presencia de aportes principalmente de origen natural (en vista de la ausencia de desarrollos industriales), condición inversa a la que se presenta en el área de Boca de río Indio, donde además la concentración de PM_{10} alcanza una concentración significativamente superior a lo registrado en Las Cruces.

Sin embargo, considerando la ubicación de este punto y su relativa cercanía a la zona litoral, el elevado valor de PM_{10} también pudiera ser relacionado con fuentes naturales, que en este caso corresponde a las corrientes de aire cargados con material aerosol proveniente de las aguas marinas, cuyo aporte en cuanto a generar elevados niveles de PM_{10} ya ha sido documentado en las publicaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire de Galicia, España, en el año 2014 y 2015[29].

Considerando lo descrito anteriormente tenemos que, las condiciones existentes en ambos puntos, principalmente la ausencia de fuentes significativas de emisiones gaseosas, condiciona que en ambos puntos las concentraciones encontradas son menores a los límites señalados en las normas de referencia, con la excepción del material particulado grueso PM_{10} en el área de Boca del río Indio, aunque esto pudiera ser relacionado con aportes naturales.

Comparación entre tramos

En los puntos anteriores, se presentaron los resultados obtenidos para cada uno de los tramos en que fue dividida la cuenca del río Indio, a continuación se realizará una descripción comparativa de dichos resultados, diferenciándose cada uno de los parámetros de calidad del aire considerados en la presente línea base y sus variaciones a lo largo de los puntos de medición, sin la diferenciación de tramos.

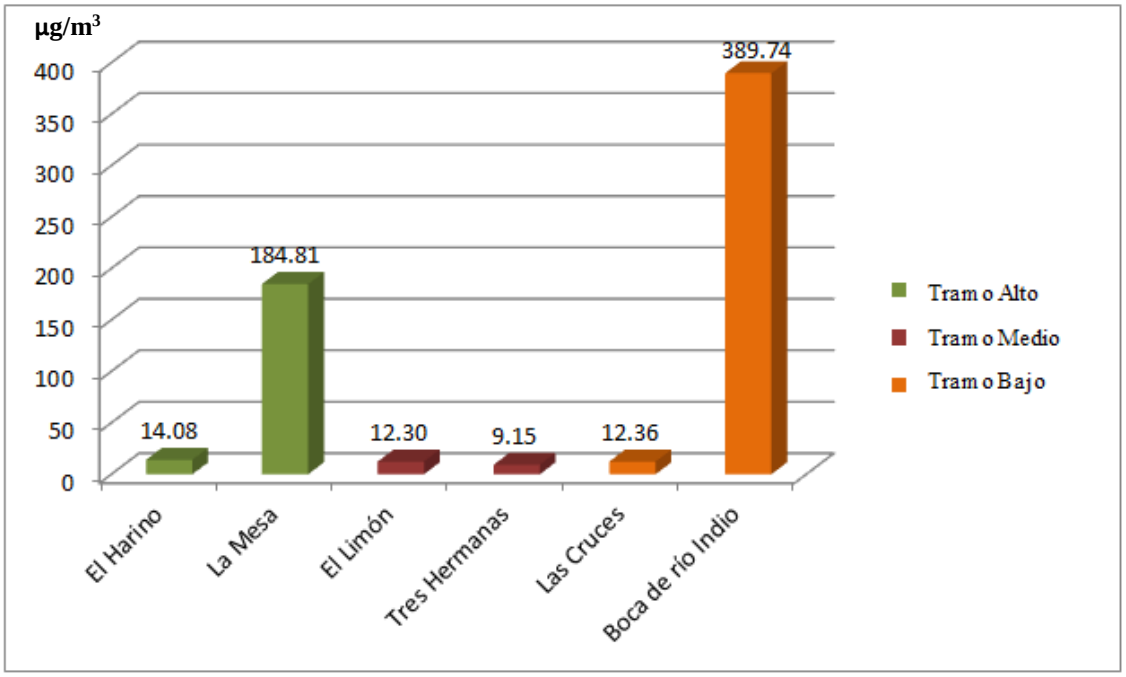
- **Material particulado**

[29] Xunta de Galicia, Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructuras. PM10 y PM2.5 en A. Coruña en 2014 y la influencia del aerosol marino. 2014. / PM10 y PM2.5 en ES1219: Área Metropolitana de A Coruña en 2015.

La gráfica 4-31 que se presentan más adelante, muestra las variaciones en la concentración de material particulado PM_{10}, donde aparentemente se observa que las concentraciones de este parámetro se mantienen en niveles similares para la mayor parte de los puntos, oscilando entre 9.15 y 14.8 µg/m^3 a excepción de dos puntos, La Mesa y Boca de río Indio, donde los niveles se elevan a 184.81 y 389.74 µg/m^3, respectivamente.

En el área de La Mesa el nivel registrado pudiera relacionarse con condiciones particulares al momento de las mediciones, como el paso de vehículos hacia la finca cercana, donde se encuentra un centro de cría de pollos de la empresa Toledano (ver anexo fotográfico). Por otra parte, en el sector de Boca de río Indio, los niveles encontrados, los cuales son los únicos que exceden el límite establecido en las normas de referencia utilizadas (365 µg/m^3 anteproyecto de norma para Panamá y 20 µg/m^3 en las guías de la OMS), pudiera estar relacionado con una fuente natural como son las partículas arrastradas desde el sector litoral o aerosol marino.

Gráfica 4-31
Comparación de resultados entre tramos (PM_{10})



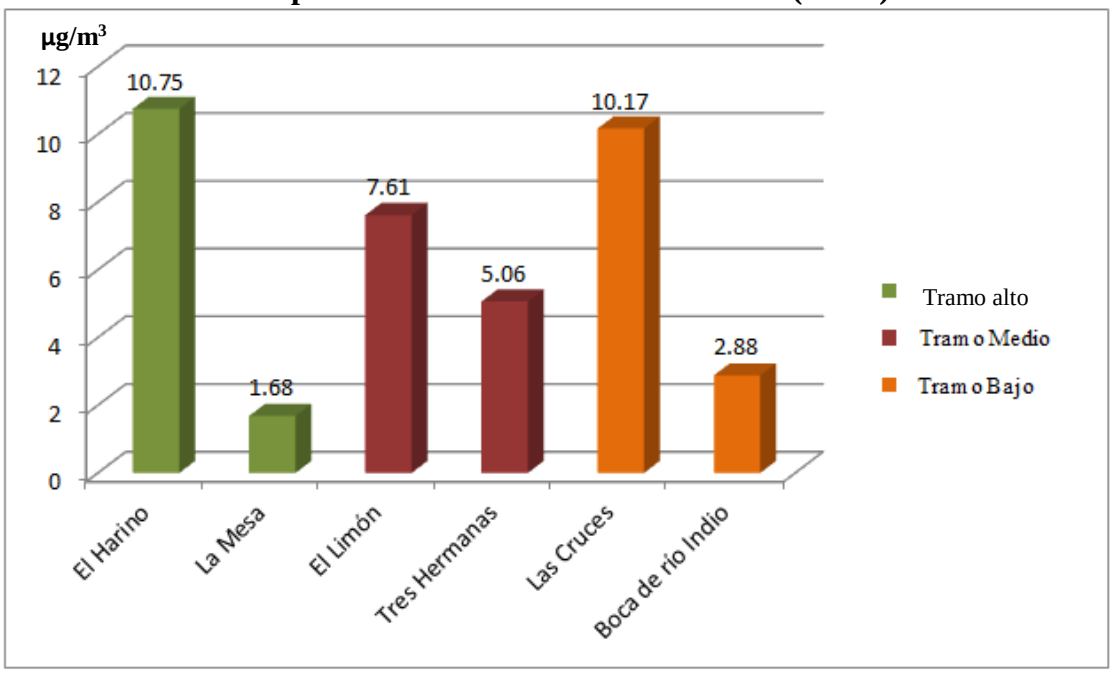
Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Los niveles de material particulado fino ($PM_{2.5}$) mostraron concentraciones que se mantuvieron en niveles bajos, al compararlos con las normativas de referencia, ya que no se exceden los límites establecidos en el anteproyecto para Panamá (150 µg/m^3) y en las guías de la OMS (50 µg/m^3).

A nivel de la cuenca, es decir, comparando los resultados obtenidos en todos los puntos, se observa que los mismos no siguen una tendencia específica en cuanto a la distribución de las

concentraciones más altas o más bajas, donde los resultados más altos están ubicados en tramos distantes (El Harino en el tramo alto y Las Cruces en el tramo bajo), mientras que el resto de los puntos alcanzaron concentraciones entre 1.68 y 7.61 µg/m^3. Esta ausencia de un patrón definido en la distribución de las concentraciones a lo largo de la cuenca y los bajos valores de los contaminates analizados, indica que la variabilidad encontrada se relaciona con las condiciones particulares y poco intervenidas que se presentan en cada uno de los puntos de medición, en el momento y lugar en que fueron realizadas.

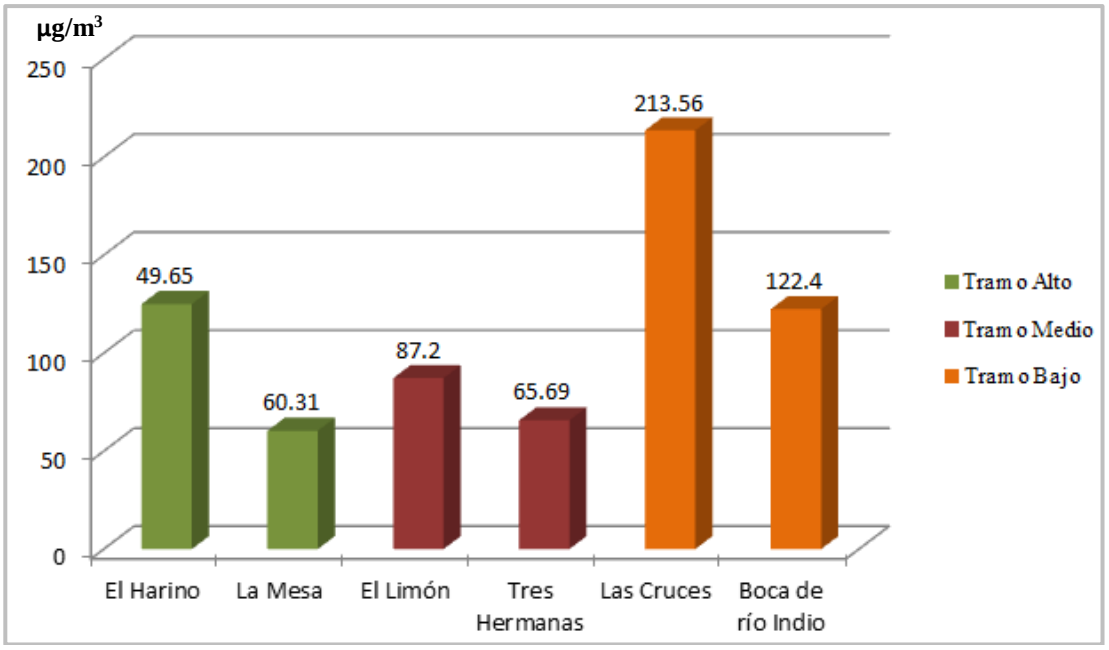
Gráfica 4-32
Comparación de resultados entre tramos ($PM_{2.5}$)



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Finalmente, los registros de monóxido de carbono, gas relacionado principalmente con la presencia de motores de combustión y la quema de combustible fósil en general, se evidenció ligeramente debido a la influencia de las vías de circulación sobre las concentraciones registradas, de tal manera que los puntos de medición donde las vías de circulación se encontraban a menor distancia, presentaron las mayores concentraciones (El Harino, Las Cruces y Boca de río Indio), especialmente en Las Cruces donde se observa la presencia de una amplia vía cercana. En todos los casos la concentración se considera baja, al compararla con el límite máximo indicado en el anteproyecto de norma para Panamá (10,000 µg/m^3).

Gráfica 4-33
Comparación de resultados entre tramos (CO)



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

4.2 Características del componente biológico

La sección que se muestra a continuación presenta los resultados preliminares del componente biológico de la cuenca de río Indio, conformada por los temas de flora, fauna terrestre (herpetología, aves y mamíferos), flora y fauna acuática (macro – invertebrados y peces) y vectores. Las metodologías implementadas para la realización de las actividades de campo y el procesamiento y/o análisis de la información de cada componente fueron descritas en el capítulo 1, y la bibliografía consultada se presenta en el capítulo 6.

Al final del capítulo se presentan los mapas relacionados y los registros fotográficos correspondientes a cada tema.

Es importante señalar que los datos presentados comprenden parte del periodo lluvioso para el año 2017.

4.2.1 Flora terrestre

Durante la fase de muestreo en época lluviosa, se realizaron dos giras para el levantamiento de la información en campo: la primera del 8 al 20 de agosto de 2017 y la segunda, del 1 al 9 de noviembre de 2017. El esfuerzo total de muestreo fue de 20 días. El equipo de trabajo estuvo conformado por dos grupos, cada uno con un botánico, un asistente y un ayudante. Estos últimos fueron personas contratadas del área.

4.2.1.1 Composición florística y riqueza de especies

En cada uno de los sitios de muestreos se realizaron mediciones tanto en las parcelas como a lo largo de los puntos de observación (transectos) para evaluar la diversidad florística del

área y el número de individuos por especies. En total se identificaron 757 especies, distribuidas en 234 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron Fabaceae, Rubiaceae y Arecaceae con 38, 34 y 23 especies, respectivamente. En el tramo alto, se reportaron 84 familias y 285 especies; en el tramo medio, 63 familias y 175 especies; y en el tramo bajo, 87 familias y 297 especies (ver tabla 4-60).

Por otro lado, en el tramo alto, las familias con mayor número de especies fueron la Rubiaceae (24) y Fabaceae (18), mientras que, las especies con mayor número de individuos fueron *Dendropanax arboreus* (23) e *Inga* sp. (17). Además, se registra un individuo de la especie *Amphitecna spathicalyx*, una especie endémica y de distribución restringida en las provincias de Coclé y Panamá. En cuanto a las especies exóticas se tiene la cañaza (*Bambusa* sp.), pasto mejorado (*Brachiaria decumbens*) y los frutales marañón curasao (*Syzygium malaccense*), mango (*Mangifera indica*) (Anexo 7).

En el tramo medio, las familias con mayor número de especies fueron la Fabaceae (13 especies) y Malvaceae (11 especies), mientras que, las especies *Inga* sp. y *Dendropanax arboreus* presentaron el mayor número de individuos, 37 y 27 respectivamente. Además se encontraron especies introducidas: mango (*Mangifera indica*), café (*Coffea arabica*) y la especie invasora *Flemingia strobilifera* (Anexo 7).

En el tramo bajo, las familias con mayor número de especies fueron la Fabaceae con 23 y la Rubiaceae con 20, mientras que, las especies con mayor número de individuos fueron *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, con 33 y 21 respectivamente. Si consideramos los transectos realizados en la pequeña franja de manglar, las especies más abundantes fueron *Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle* con 54 y 21 individuos, respectivamente. Sin embargo, considerando sólo el bosque de tierras bajas con sus diferentes grados sucesionales, *Tetrathylacium johansenii* y *Miconia argentea* registraron la mayor abundancia con 14 y 10 individuos respectivamente (Anexo 4-4). Además se encontraron especies introducidas y empleadas como frutales: mango (*Mangifera indica*), marañón curasao (*Syzygium malaccense*) y una especie de cítrico (*Citrus japonica*). Tambien el pasto mejorado *Brachiaria decumbens*, la hierba invasora conocida como paja canalera (*Saccharum spontaneum*) y *Acacia mangium* (Anexo 7).

Tabla 4-63
Composición florística y riqueza de especies

	Tramo		
	Alto	**Medio**	**Bajo**
Número Individuos	715	493	681
Número Familias	84	63	87
Número Especies	285	175	297

Fuente: Elaborado por el consultor.

4.2.1.2 Diversidad de especies

La diversidad de especie se caculó utilizando los índices de Diversidad de Shannon y Wiener (H') y el índice de Simpson (D). El primero mide la diversidad dentro de una misma

comunidad en un mismo hábitat, mientras que el segundo, mide la probabilidad que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, es decir, mide tanto la diversidad como la dominancia de especies con los valores entre cero (0) y uno (1). La tabla 4-64 muestra los datos sobre riqueza y valores de diversidad por tramo estudiado.

Tabla 4-64
Riqueza y diversidad alfa de especies

Variables	Tramo		
	Alto	**Medio**	**Bajo**
Riqueza	296	180	297
H’	4.63	4.70	5.53
1-D	0.97	0.98	0.99

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Los coeficientes de similaridad se emplean para comparar comunidades con atributos similares y también expresan la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias. Para tal fin, se utilizó el índice de similaridad cualitativo de Sorensen (Cs), cuando el índice es uno (1), los dos sitios comparados comparten el 100 % de las especies y valores de cero (0), cuando no hay especies compartidas. En términos generales, al comparar los valores obtenidos utilizando el índice de similaridad cualitativo de Sorensen, los tramos comparten menos del 40% de las especies entre ellos, siendo que la mayor similitud se da entre el tramo alto y el tramo medio (0.39), mientras que, la similitud es menor entre el tramo medio y el bajo (0.20) (tabla 4-65).

Tabla 4-65
Valores de similitud en la composición
de las especies de plantas en los diferentes tramos

Sitios muestreados	Tramo alto	Tramo medio	Tramo bajo
Tramo alto	1		
Tramo medio	0.39	1	
Tramo bajo	0.33	0.20	1

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

4.2.1.3 Inventario florístico

En el Anexo 7, presenta un resumen de la información contenida en la base de datos para las 15 parcelas permanentes inventariadas. En total, se inventariaron 995 individuos, de los cuales 95 % se ha identificado a nivel de familia y un 93 % han sido identificadas, al menos a nivel genérico; mientras que 77 individuos permanecen como desconocidos, todavía por identificar.

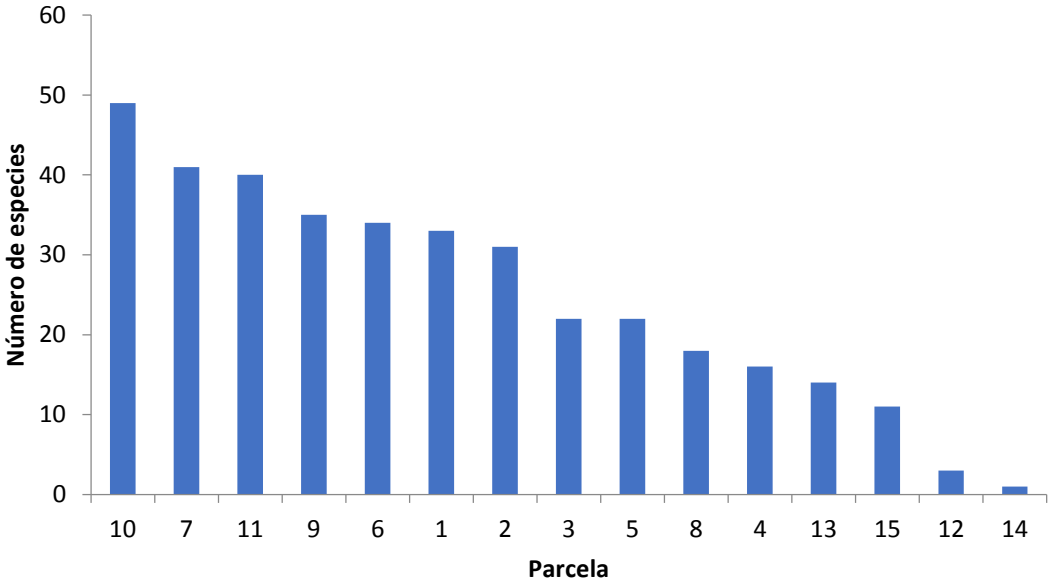
En la gráfica 4-34 se observa que la parcela 10 (Bosque intervenido) del tramo bajo registra la mayor abundancia de especies, con 49 especies, mientras que, la parcela 14 (rastrojo y vegetación arbustiva), del tramo bajo presentó la menor abundancia con solo una especie, representada por dos individuos de *Schefflera morototoni* (Pava). Adicionalmente, las parcelas 7 y 11, ambas clasificadas como bosque maduro presentaron 41 y 40 especies, respectivamente.

En el tramo alto, se inventariaron 422 individuos pertenecientes a 116 especies. Las especies *Dendropanax arboreus* e *Inga* sp., registraron el mayor número de individuos, 23 y 20 respectivamente (gráfica 4-35).

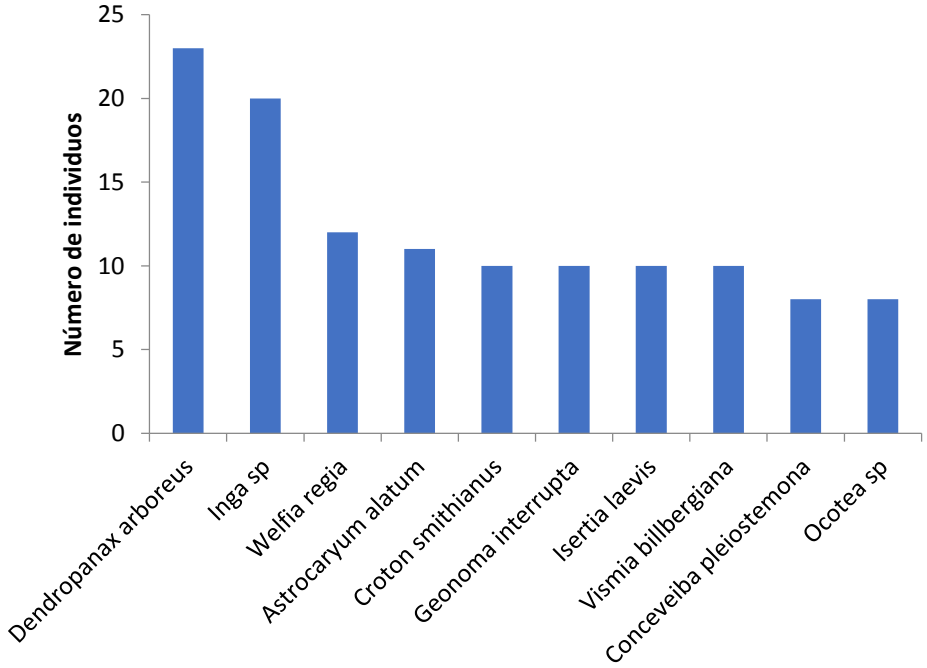
En el tramo medio, se inventariaron 345 individuos pertenecientes a 72 especies. Las especies *Inga* sp., *Dendropanax arboreus* y *Schefflera morototoni*, representan el 25% de los individuos inventariados (gráfica 4-36).

En el tramo bajo, se inventariaron 228 individuos pertenecientes a 73 especies. Las especies *Tetrathylacium johansenii* y *Elaeis guineensis*, presentan el mayor número de individuos con 14 y 12 respectivamente (gráfica 4-37).

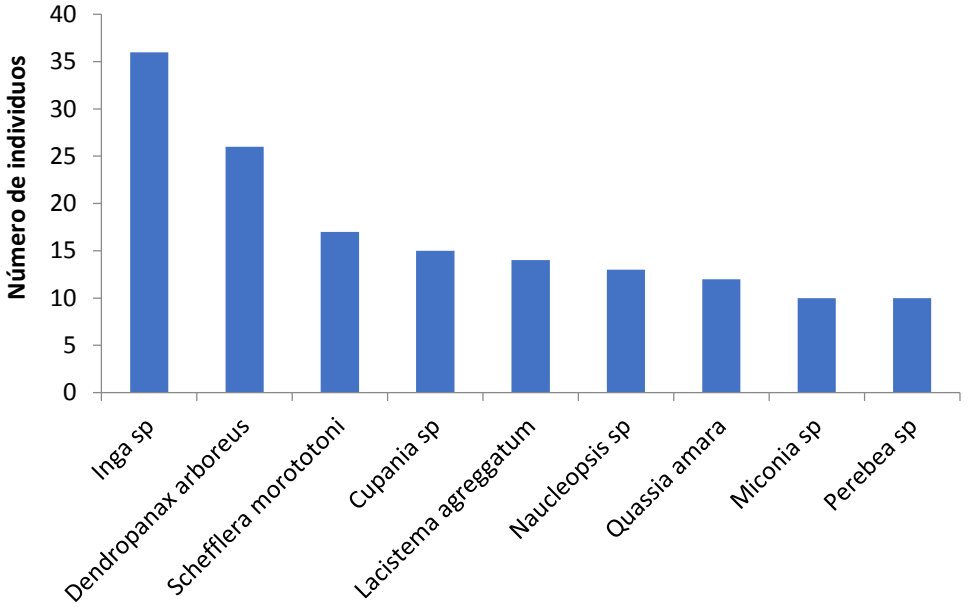
Gráfica 4-34
Abudancia de especies en cada una de las parcelas estudiadas



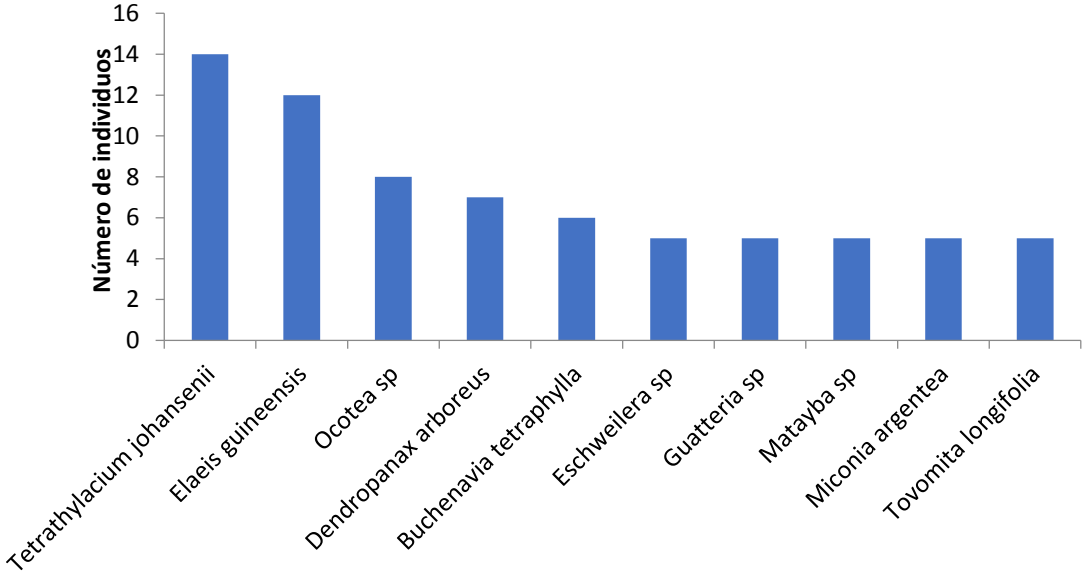
Gráfica 4-35
Las especies más abundantes en el tramo alto



Gráfica 4-36
Las especies más abundantes en el tramo medio

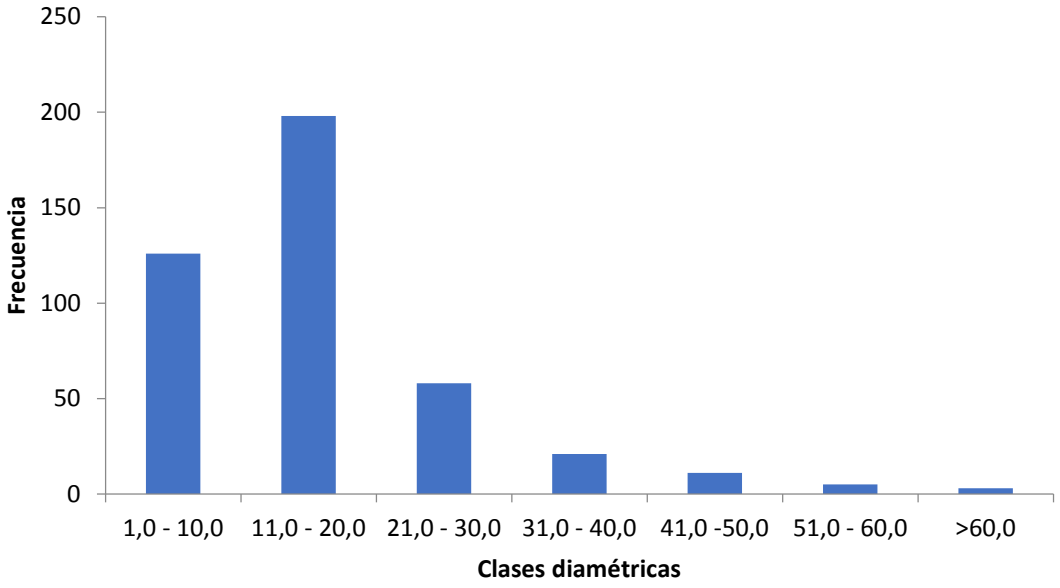


Gráfica 4-37
Las especies más abundantes en el tramo bajo



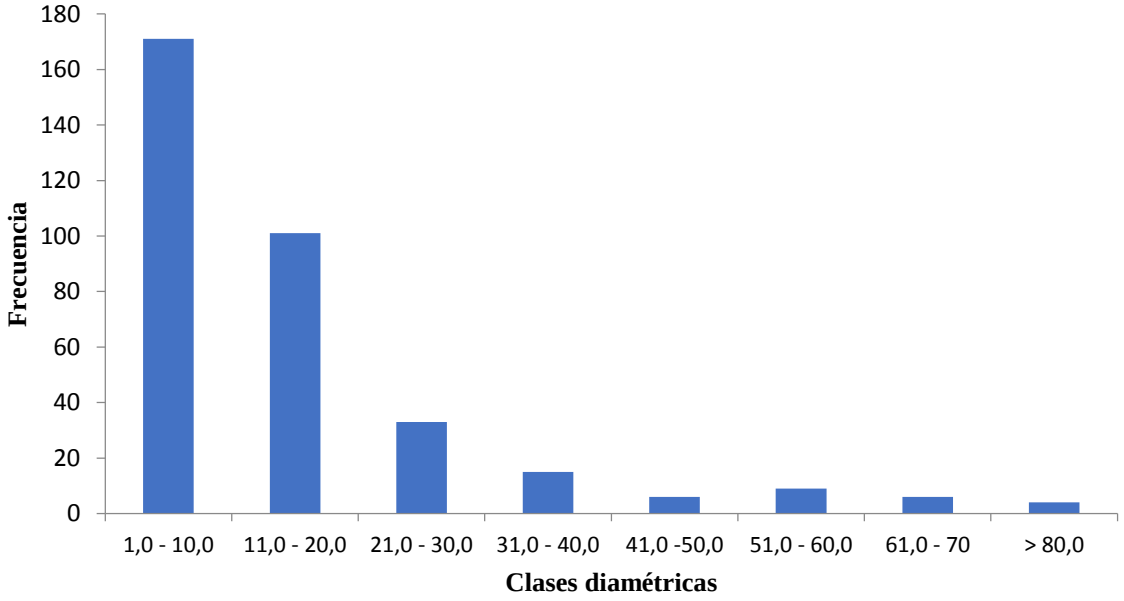
La gráfica 4-38 representa el número de individuos organizados en clases diamétricas para el tramo alto. El 39 % de los individuos se encuentra en la segunda clase diamétrica (11 a 20 cm), mientras que los individuos con diamétros menores a 11 cm representan el 25%. Un individuo de la especie *Vantanea depleta* presentó el mayor diámetro con un DAP de 85,0 cm.

Gráfica 4-38
Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo alto



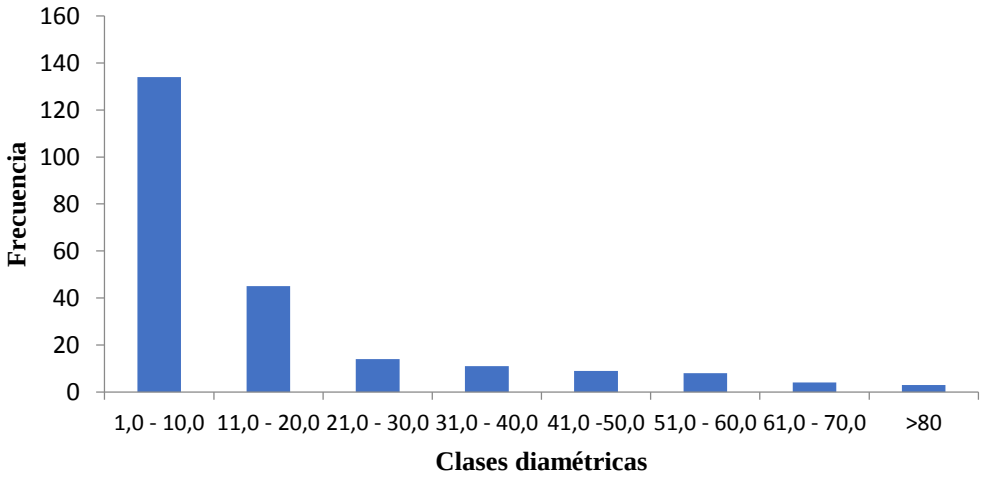
La gráfica 4-39 representa el número de individuos organizados en clases diamétricas para el tramo medio. La mayor parte de los individuos posee diámetros menores de 20 cm, resaltando la especie *Trichilia martiana* con un DAP de 91,5 cm.

Gráfica 4-39
Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo medio



La gráfica 4-40, representa el número de individuos organizados en clases diamétricas para el tramo bajo. La especie *Buchenavia tetraphylla* con un DAP de 84,8 cm.

Gráfica 4-40
Distribución de individuos por clases diamétricas en el tramo bajo



4.2.1.4 El índice de valor de importacia

A partir de los datos obtenidos en las parcelas 20 x 50 m, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies registradas en cada una de las parcelas por tramo, siendo las especies con mayor valor de IVI, las que mejor representan y caracterizan cada uno de estos tramos. En el tramo alto, el valor mayor de IVI lo obtuvo la especie *Conceveiba pleiostemona* (tabla 4-66), en el tramo medio *Inga* sp. (Tabla 4-67) y en el tramo bajo *Elaeis guineensis* (tabla 4-68).

Tabla 4-66
Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo alto

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Conceveiba pleiostemona	8	1.8957	0.6623	11.6719	14.2299
Inga sp	20	4.7393	2.6490	4.6604	12.0487
Dendropanax arboreus	23	5.4502	1.9868	2.7729	10.2098
Welfia regia	12	2.8436	1.9868	2.5283	7.3586
Tetrorchidium trichotocarpum	8	1.8957	1.3245	3.9875	7.2077
Ocotea sp	8	1.8957	3.3113	1.3799	6.5869
Vantanea depleta	4	0.9479	0.6623	4.6949	6.3050
Croton smithianus	10	2.3697	0.6623	2.0220	5.0539
Miconia sp	6	1.4218	1.9868	1.3378	4.7463
Astrocaryum alatum	11	2.6066	1.3245	0.5461	4.4772
Aegiphila anomala	6	1.4218	1.3245	1.2511	3.9974
Vismia billbergiana	10	2.3697	0.6623	0.8629	3.8949
Ficus sp	4	0.9479	1.9868	0.8489	3.7835
Pouteria sp	1	0.2370	0.6623	2.7028	3.6020
Isertia laevis	10	2.3697	0.6623	0.5312	3.5631
Tovomita longifolia	5	11848	1.3245	0.9365	3.4458
Cordia sp	5	1.1848	0.6623	1.5883	3.4353
Sarauia yasicae	5	1.1848	0.6623	1.5845	3.4316
Elaeagia auriculata	6	1.4218	0.6623	1.3264	3.4105
Virola sp	4	0.9479	0.6623	1.5923	3.2024
Marila pluricostata	4	0.9479	0.6623	1.5609	3.1710
Mollinedia sp	5	1.1848	1.3245	0.5790	3.0883
Geonoma interrupta	10	2.3697	0.6623	0.0334	3.0653
Matisia obliquifolia	6	1.4218	0.6623	0.8724	2.9565
Licania sp	2	0.4739	0.6623	1.7376	2.8738
Aspidosperma desmanthum	4	0.9479	0.6623	1.2191	2.8292
Cespedesia spathulata	3	0.7109	1.3245	0.7841	2.8195
Calophyllum longifolium	3	0.7109	0.6623	1.4354	2.8086
Brosimum sp	5	1.1848	0.6623	0.8954	2.7425
Carapa guianensis	2	0.4739	0.6623	1.5997	2.7359
Licania hypoleuca	4	0.9479	0.6623	1.0761	2.6862

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Cyathea sp	6	1.4218	0.6623	0.5447	2.6287
Casearia sp	2	0.4739	1.3245	0.7441	2.5426
Ficus tonduzii	1	0.2370	0.6623	1.5993	2.4985
Garcinia magnifolia	4	0.9479	0.6623	0.8303	2.4404
Sloanea sp	2	0.4739	1.3245	0.5174	2.3159
Allophylus gentryi	3	0.7109	0.6623	0.9149	2.2881
Guatteria sp	3	0.7109	1.3245	0.2434	2.2788
Hieronyma sp	2	0.4739	0.6623	1.1000	2.2362
Rinorea sylvatica	5	1.1848	0.6623	0.3194	2.1665
Trichospermum galeottii	4	0.9479	0.6623	0.5495	2.1596
Chrysophyllum argenteum	3	0.7109	1.3245	0.1160	2.1514
Solanum sp	2	0.4739	1.3245	0.3061	2.1045
Alchornea sp	4	0.9479	0.6623	0.4570	2.0671
Miconia punctata	5	1.1848	0.6623	0.1917	2.0388
Miconia argentea	2	0.4739	1.3245	0.2162	2.0147
Socratea exorrhiza	2	0.4739	1.3245	0.1753	1.9737
Psychotria sp	2	0.4739	1.3245	0.1550	1.9534
Parathesis sp	2	0.4739	1.3245	0.1178	1.9163
Castilla elastica	3	0.7109	0.6623	0.5064	1.8795
Eschweilera sp	2	0.4739	1.3245	0.0124	1.8108
Cecropia sp	2	0.4739	0.6623	0.5788	1.7150
Ficus brevibracteata	3	0.7109	0.6623	0.3151	1.6882
Guapira costaricana	3	0.7109	0.6623	0.2601	1.6332
Pachira quinata	1	0.2370	0.6623	0.7308	1.6301
Chrysochlamys sp	3	0.7109	0.6623	0.2446	1.6177
Clavija sp	4	0.9479	0.6623	0.0064	1.6165
Cecropia peltata	1	0.2370	0.6623	0.7136	1.6129
Poulsenia armata	2	0.4739	0.6623	0.4025	1.5387
Zanthoxylum setulosum	1	0.2370	0.6623	0.5951	1.4943
Apeiba membranacea	2	0.4739	0.6623	0.3465	1.4827
Inga thibaudiana	2	0.4739	0.6623	0.3032	1.4393
Guarea sp	1	0.2370	0.6623	0.5015	1.4008
Laxoplumeria tessmannii	2	0.4739	0.6623	0.2601	1.3963
Croton draco	2	0.4739	0.6623	0.2484	1.3846
Pouteria fossicola	1	0.2370	0.6623	0.4733	1.3725
Podocarpus guatemalensis	1	0.2370	0.6623	0.3998	1.2990
Abarema barbouriana	1	0.2370	0.6623	0.3746	1.2739
Socratea exhorriza	2	0.4739	0.6623	0.1318	1.2680
Nectandra sp	1	0.2370	0.6623	0.3563	1.2555
Faramea occidentalis	1	0.2370	0.6623	0.3296	1.2289

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Coussapoa sp	1	0.2370	0.6623	0.2741	1.1733
Dussia atropurpurea	1	0.2370	0.6623	0.2715	1.1707
Quararibea sp	2	0.4739	0.6623	0.0279	1.1641
Henriettea tuberculosa	1	0.2370	0.6623	0.1849	1.0841
Cupania sp	1	0.2370	0.6623	0.1638	1.0630
Tabernaemontana sp	1	0.2370	0.6623	0.1638	1.0630
Virola sebifera	1	0.2370	0.6623	0.1498	1.0490
Rudgea pittieri	1	0.2370	0.6623	0.1478	1.0470
Simarouba amara	1	0.2370	0.6623	0.1382	1.0375
Talauma sp	1	0.2370	0.6623	0.1364	1.0356
Blackea sp	1	0.2370	0.6623	0.1290	1.0282
Ardisia sp	1	0.2370	0.6623	0.1166	1.0158
Garcinia sp	1	0.2370	0.6623	0.1149	1.0141
Rauvolfia littoralis	1	0.2370	0.6623	0.1098	1.0090
Guarea pterorhachis	1	0.2370	0.6623	0.1081	1.0073
Plinia coclensis	1	0.2370	0.6623	0.1032	1.0024
Vismia macrophylla	1	0.2370	0.6623	0.0968	0.9960
Guarea / Carapa sp	1	0.2370	0.6623	0.0906	0.9898
Parinari parvifolia	1	0.2370	0.6623	0.0876	0.9868
Oenocarpus mapora	1	0.2370	0.6623	0.0802	0.9795
Symphonia globulifera	1	0.2370	0.6623	0.0802	0.9795
Pourouma bicolor	1	0.2370	0.6623	0.0774	0.9766
Cyathea multiflora	1	0.2370	0.6623	0.0705	0.9697
Ryania speciosa	1	0.2370	0.6623	0.0705	0.9697
Erythrina rubrinervia	1	0.2370	0.6623	0.0692	0.9684
Doliocarpus dentatus	1	0.2370	0.6623	0.0679	0.9671
Ecclinusa lanceolata	1	0.2370	0.6623	0.0640	0.9632
Otoba sp	1	0.2370	0.6623	0.0577	0.9570
Verbesina lanata	1	0.2370	0.6623	0.0518	0.9510
Eugenia sp	1	0.2370	0.6623	0.0399	0.9391
Marila lactogena	1	0.2370	0.6623	0.0147	0.9140
Protium panamense	1	0.2370	0.6623	0.0141	0.9133
Tabernaemontana undulata	1	0.2370	0.6623	0.0066	0.9058
Piper sp	1	0.2370	0.6623	0.0040	0.9032
Euterpe macrospadix	1	0.2370	0.6623	0.0028	0.9020
Raritebe palicoureoides	1	0.2370	0.6623	0.0023	0.9015
Sorocea sp	1	0.2370	0.6623	0.0021	0.9013
Randia sp	1	0.2370	0.6623	0.0016	0.9009
Amphitecna spathicalyx	1	0.2370	0.6623	0.0014	0.9007
Calyptranthes sp	1	0.2370	0.6623	0.0014	0.9007

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Stemadenia sp	1	0.2370	0.6623	0.0014	0.9007
Cordia bicolor	1	0.2370	0.6623	0.0011	0.9003
Heliconia sp	1	0.2370	0.6623	0.0011	0.9003
Faramea sp	1	0.2370	0.6623	0.0006	0.8999

Número de individuos (N), abundancia relativa (AR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DR).
Fuente: elaborada por el consultor, 2017.

Tabla 4-67
Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo medio

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Inga sp	36	10.4347826	3.6697	14.7361	28.8406
Naucleopsis sp	13	3.76811594	1.8349	14.5177	20.1207
Schefflera morototoni	17	4.92753623	1.8349	12.4034	19.1658
Dendropanax arboreus	26	7.53623188	2.7523	3.8338	14.1223
Vochysia ferruginea	6	1.73913043	1.8349	8.9539	12.5279
Morfo sp	22	6.37681159	2.7523	1.7268	10.8559
Cupania sp	15	4.34782609	2.7523	1.2260	8.3261
Trichilia martiana	4	1.15942029	0.9174	6.1604	8.2373
Perebea sp	10	2.89855072	2.7523	1.2560	6.9069
Miconia sp	10	2.89855072	2.7523	1.2003	6.8511
Osteophloeum platyspermum	3	0.86956522	0.9174	5.0615	6.8485
Protium panamense	4	1.15942029	1.8349	3.5177	6.5119
Oenocarpus mapora	4	1.15942029	0.9174	3.9610	6.0379
Lacistema agreggatum	14	4.05797101	1.8349	0.0775	5.9703
Brosimum sp	8	2.31884058	1.8349	1.4901	5.6438
Quassia amara	12	3.47826087	1.8349	0.0883	5.4014
Morfo sp3	2	0.57971014	0.9174	2.8029	4.3001
Macrolobium sp	3	0.86956522	2.7523	0.3089	3.9307
Simarouba amara	3	0.86956522	1.8349	1.0025	3.7069
Morfo sp6	5	1.44927536	0.9174	1.2996	3.6664
Ryania speciosa	5	1.44927536	1.8349	0.1633	3.4474
Ficus sp	1	0.28985507	0.9174	2.2070	3.4143
Geonoma sp	8	2.31884058	0.9174	0.0485	3.2848
Cordia bicolor	2	0.57971014	0.9174	1.7256	3.2228
Morfo sp4	2	0.57971014	1.8349	0.7572	3.1717
Virola sebifera	4	1.15942029	1.8349	0.1244	3.1187
Astrocaryum standleyanum	5	1.44927536	0.9174	0.6848	3.0515
Morfo sp1	7	2.02898551	0.9174	0.0278	2.9743
Maquira guianensis subsp. costaricana	1	0.28985507	0.9174	1.7078	2.9151
Bactris sp	3	0.86956522	1.8349	0.1348	2.8392
Mosquitoxylum jamaicense	6	1.73913043	0.9174	0.0355	2.6921

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Guatteria sp	2	0.57971014	1.8349	0.2561	2.6707
Nectandra sp	2	0.57971014	1.8349	0.0936	2.5082
Croton smithianus	3	0.86956522	0.9174	0.6828	2.4698
Pourouma bicolor	2	0.57971014	0.9174	0.9451	2.4422
Doliocarpus dentatus	2	0.57971014	1.8349	0.0063	2.4208
Calophyllum longifolium	5	1.44927536	0.9174	0.0080	2.3747
Miconia argentea	4	1.15942029	0.9174	0.2734	2.3502
Byrsonima arthropoda	4	1.15942029	0.9174	0.0344	2.1112
Talisia nervosa	4	1.15942029	0.9174	0.0175	2.0943
Protium sp	2	0.57971014	0.9174	0.5433	2.0405
Eugenia sp	3	0.86956522	0.9174	0.1480	1.9350
Pterocapus sp	1	0.28985507	0.9174	0.6492	1.8565
Picramnia latifolia	3	0.86956522	0.9174	0.0592	1.8462
Xylopia frutescens	3	0.86956522	0.9174	0.0555	1.8425
Bactris sp2	3	0.86956522	0.9174	0.0069	1.7939
Socratea exorrhiza	2	0.57971014	0.9174	0.1895	1.6867
Eschweilera sp	2	0.57971014	0.9174	0.1629	1.6601
Capparis sp	2	0.57971014	0.9174	0.0991	1.5962
Morfo sp2	1	0.28985507	0.9174	0.3125	1.5198
Warszewiczia coccinea	2	0.57971014	0.9174	0.0165	1.5136
Tabernaemontana undulata	2	0.57971014	0.9174	0.0100	1.5071
Tabernaemontana sp	2	0.57971014	0.9174	0.0063	1.5035
Cojoba sp	2	0.57971014	0.9174	0.0037	1.5008
Ocotea sp	2	0.57971014	0.9174	0.0024	1.4995
Virola minutiflora	1	0.28985507	0.9174	0.2461	1.4533
Marila laxiflora	1	0.28985507	0.9174	0.2289	1.4362
Casearia sp	1	0.28985507	0.9174	0.2054	1.4127
Sterculia recordiana	1	0.28985507	0.9174	0.1942	1.4015
Welfia regia	1	0.28985507	0.9174	0.1898	1.3970
Tetrathylacium johansenii	1	0.28985507	0.9174	0.1623	1.3696
Vismia macrophylla	1	0.28985507	0.9174	0.1465	1.3538
Iriartea deltoidea	1	0.28985507	0.9174	0.1243	1.3316
Theobroma sp	1	0.28985507	0.9174	0.1071	1.3144
Calyptranthes sp	1	0.28985507	0.9174	0.0913	1.2986
Sloanea sp	1	0.28985507	0.9174	0.0913	1.2986
Mauria heterophylla	1	0.28985507	0.9174	0.0824	1.2897
Sorocea sp	1	0.28985507	0.9174	0.0781	1.2854
Pouteria sp	1	0.28985507	0.9174	0.0699	1.2772
Miconia affinis	1	0.28985507	0.9174	0.0686	1.2759
Apeiba membranacea	1	0.28985507	0.9174	0.0634	1.2707
Euterpe macrospadix	1	0.28985507	0.9174	0.0128	1.2201

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Terminalia amazonia	1	0.28985507	0.9174	0.0040	1.2112
Siparuna thecaphora	1	0.28985507	0.9174	0.0031	1.2104
Maranthes panamensis	1	0.28985507	0.9174	0.0025	1.2098
Morfo sp5	1	0.28985507	0.9174	0.0023	1.2096
Virola sp	1	0.28985507	0.9174	0.0012	1.2085
Palicourea guianensis	1	0.28985507	0.9174	0.0006	1.2079
Vismia sp	1	0.28985507	0.9174	0.0006	1.2079

Fuente: elaborada por el consultor, 2017.

Tabla 4-68
Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies registradas en el tramo bajo

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Elaeis guineensis	12	5.5300	0.8850	21.8320	28.2469
Buchenavia tetraphylla	6	2.7650	1.7699	11.0519	15.5868
Tetrathylacium johansenii	14	6.4516	1.7699	7.1160	15.3376
Morfo sp	16	7.3733	2.6549	2.2815	12.3096
Ocotea sp	8	3.6866	2.6549	3.1864	9.5279
Vochysia ferruginea	2	0.9217	0.8850	6.1680	7.9746
Anacardium excelsum	2	0.9217	0.8850	5.7352	7.5418
Dendropanax arboreus	7	3.2258	1.7699	2.1289	7.1246
Virola sebifera	4	1.8433	2.6549	1.6902	6.1884
Inga spectabilis	4	1.8433	0.8850	3.0042	5.7324
Miconia argentea	5	2.3041	1.7699	1.4856	5.5596
Matayba sp	5	2.3041	1.7699	1.1624	5.2365
Tovomita longifolia	5	2.3041	1.7699	0.9429	5.0170
Protium panamense	4	1.8433	2.6549	0.2707	4.7689
Eschweilera sp	5	2.3041	1.7699	0.5212	4.5953
Symphonia globulifera	1	0.4608	0.8850	3.0652	4.4110
Cordia alliodora	4	1.8433	1.7699	0.6530	4.2662
Dussia atropurpurea	2	0.9217	1.7699	1.4219	4.1135
Lacistema agreggatum	4	1.8433	1.7699	0.3870	4.0002
Ficus sp	1	0.4608	0.8850	2.4725	3.8183
Rudgea pittieri	4	1.8433	1.7699	0.0989	3.7121
Osteophloeum platyspermum	1	0.4608	0.8850	2.3271	3.6729
Abarema barbouriana	3	1.3825	0.8850	1.3766	3.6440
Inga sp	3	1.3825	1.7699	0.2568	3.4092
Cupania sp	3	1.3825	1.7699	0.0866	3.2390
Inga thibaudiana	2	0.9217	0.8850	1.3856	3.1922
Vismia macrophylla	2	0.9217	1.7699	0.4803	3.1719
Geonoma sp	3	1.3825	1.7699	0.0069	3.1593

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Cupania cinerea	2	0.9217	1.7699	0.3409	3.0325
Luehea seemannii	1	0.4608	0.8850	1.6661	3.0119
Cordia bicolor	2	0.9217	0.8850	1.2021	3.0087
Guarea sp	2	0.9217	1.7699	0.2310	2.9226
Ryania speciosa	4	1.8433	0.8850	0.0694	2.7977
Perebea xanthochima	4	1.8433	0.8850	0.0142	2.7425
Turpinia occidentalis	1	0.4608	0.8850	1.3935	2.7393
Iriartea deltoidea	1	0.4608	0.8850	1.3550	2.7008
Oenocarpus mapora	3	1.3825	0.8850	0.3798	2.6472
Marila laxiflora	3	1.3825	0.8850	0.3477	2.6151
Perebea sp	3	1.3825	0.8850	0.2913	2.5587
Sorocea affinis	3	1.3825	0.8850	0.2657	2.5331
Trattinnickia aspera	1	0.4608	0.8850	1.0956	2.4414
Guatteria sp	2	0.9217	0.8850	0.4744	2.2810
Protium glabrum	2	0.9217	0.8850	0.4715	2.2781
Cedrela odorata	2	0.9217	0.8850	0.4143	2.2209
Schefflera morototoni	2	0.9217	0.8850	0.3532	2.1598
Carapa guianensis	2	0.9217	0.8850	0.2578	2.0644
Otoba novogranatensis	1	0.4608	0.8850	0.6594	2.0052
Spachea elegans	1	0.4608	0.8850	0.5890	1.9347
Aspidosperma sp	2	0.9217	0.8850	0.0990	1.9056
Miconia sp	1	0.4608	0.8850	0.5293	1.8751
Zamia obliqua	2	0.9217	0.8850	0.0430	1.8496
Brosimum sp	2	0.9217	0.8850	0.0341	1.8407
Spondias mombin	1	0.4608	0.8850	0.4505	1.7963
Jacaranda copaia	1	0.4608	0.8850	0.3810	1.7268
Byrsonima crassifolia	1	0.4608	0.8850	0.3723	1.7181
Andira inermis	1	0.4608	0.8850	0.3333	1.6791
Simarouba amara	1	0.4608	0.8850	0.3333	1.6791
Tetrathylacium macrophyllum	1	0.4608	0.8850	0.2788	1.6246
Lindackeria laurina	1	0.4608	0.8850	0.2429	1.5887
Pithecellobium sp	1	0.4608	0.8850	0.2315	1.5773
Cordia sp	1	0.4608	0.8850	0.2292	1.5750
Vismia billbergiana	1	0.4608	0.8850	0.2203	1.5661
Castilla elastica	1	0.4608	0.8850	0.1865	1.5323
Inga sapindioides	1	0.4608	0.8850	0.1481	1.4939
Hieronyma alchorneoides	1	0.4608	0.8850	0.1273	1.4730
Morfo1 sp	1	0.4608	0.8850	0.1239	1.4697
Cecropia obtusifolia	1	0.4608	0.8850	0.1190	1.4648
Maranthes panamensis	1	0.4608	0.8850	0.1158	1.4616

Especie	N	AR	FR	DR	IVI
Cordia dwyeri	1	0.4608	0.8850	0.0989	1.4447
Apeiba membranacea	1	0.4608	0.8850	0.0960	1.4418
Pachira aquatica	1	0.4608	0.8850	0.0960	1.4418
Casearia corymbosa	1	0.4608	0.8850	0.0931	1.4389
Maquira costaricana	1	0.4608	0.8850	0.0833	1.4291
Casearia sp	1	0.4608	0.8850	0.0820	1.4278
Socratea exorrhiza	1	0.4608	0.8850	0.0780	1.4238
Simaba sp	1	0.4608	0.8850	0.0691	1.4149
Pseudobombax septenatum	1	0.4608	0.8850	0.0666	1.4124
Prestoea decurrens	1	0.4608	0.8850	0.0551	1.4009
Swartzia simplex	1	0.4608	0.8850	0.0551	1.4009
Machaerium sp	1	0.4608	0.8850	0.0219	1.3676
Quassia amara	1	0.4608	0.8850	0.0112	1.3569
Naucleopsis sp	1	0.4608	0.8850	0.0088	1.3546
Pouteria sp	1	0.4608	0.8850	0.0056	1.3514
Petrea volubilis	1	0.4608	0.8850	0.0043	1.3501
Brosimum alicastrum	1	0.4608	0.8850	0.0032	1.3490
Cymbopetalum lanugipetalum	1	0.4608	0.8850	0.0024	1.3482
Hybanthus sp	1	0.4608	0.8850	0.0018	1.3476
Tachigali costaricensis	1	0.4608	0.8850	0.0012	1.3470

Número de individuos (N), abundancia relativa (AR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DR).
Fuente: elaborada por el consultor, 2017.

4.2.1.5 Especies amenazadas, exóticas, endémicas o en peligro de extinción

En el área de la cuenca de río Indio, se reportaron dos especies endémicas, *Amphitecna spathicalyx* (calabazo de montaña) y *Zamia skinneri*, dentro de bosque maduro en el tramo alto.

Además se reportaron nueve especies introducidas o exóticas: marañón curasao (*Syzygium malaccense*), mango (*Mangifera indica*), cítrico (*Citrus japonica*), cañaza (*Bambusa* sp.), pasto mejorado (*Brachiaria decumbens*), café (*Coffea arabica*), *Acacia mangium*, así como las especies invasoras *Flemingia strobilifera* y paja canalera (*Saccharum spontaneum*).

Por otro lado, al revisar el estado de conservación de las especies registradas para la cuenca del río Indio, 14 especies presentan algún nivel de amenaza: las orquídeas flor del Espíritu Santo (*Peristeria elata*) y *Catasetum viridiflavum*; tres especies de gimnospermas, *Zamia obliqua*, *Zamia skinneri* y el roble de montaña (*Podocarpus guatemalensis*); el helecho arborescente *Cyathea multiflora*, la palma *Phytelephas seemannii*; y las especies arbóreas, *Tabebuia guayacan, Tabebuia rosea, Terminalia amazonia, Vitex cooperi, Carapa guianensis, Cedrela odorata,* incluyendo una especie de manglar, *Rhizophora mangle*. De éstas, según las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), dos especies se reportan en peligro (EN) y 21 especies son consideradas vulnerables (VU).

Adicionalmente, de acuerdo con la UICN (2017) se registran cuatro especies con preocupación menor (LC), una considerada vulnerable (VU), una en peligro (EN) y una en peligro crítico (CR). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), se registran una especie incluida en el Apéndice I y dos especies en el Apéndice II (Anexo 2, 3, 4).

4.2.1.6 Especies de valor comercial

De las 757 especies identificadas en la cuenca de río Indio, solo 36 especies tienen valor comercial según la Resolución No. AG-0066-2007 del Ministerio de Ambiente y del portal en internet de los Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá del Centro de Ciencias Forestales del trópico (CTFS) del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

Cabe mencionar que de las 36 especies con valor comercial, según la Resolución No. AG-0066-2007[30], solo seis son catalogadas como especies maderables de alto valor comercial, siendo estas el cedro amargo (*Cedrela odorata*), Bateo (*Carapa guianensis*), Guayacán (*Tabebuia guayacan*), Roble (*Tabebuia rosea*), Cedro espino (*Pachira quinata*) y el Laurel (*Cordia alliodora*). Mientras que 15 especies son consideradas maderable comercial y potencialmente comerciales según esta normativa. En tanto, según el portal de internet "*Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá del CTFS*"[31], todas las especies reportan un valor comercial y cultural; tal como se aprecia en la tabla 4-69.

Tabla 4-69
Especies con valor comercial en la cuenca de río Indio

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
Anacardium excelsum	Espavé	- La madera es empleada en la fabricación de botes, remos, muebles ordinarios, formaletas y tableros de partículas. - Especie catalogada dentro del grupo maderable comercial y potencialmente comerciales.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Apeiba aspera	Cortezo	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - La madera es empleada en la fabricación de cajones, revestimiento de interiores, tableros, aglomerados, flotadores para redes de pesca y otros usos similares.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Apeiba Tibourbou	Peine de mono	- Madera empleada en la fabricación de cajas, formaletas,	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá.

[30] **Resolución No.AG-0066-2007.** Por la cual se efectua una reclasificación de maderas comerciales y potencialmente comerciales, en base a su valor comercial de mercado, en Función de lo cual se establece el cobro por servicios técnicos en concepto de aprovechamiento del bosque natural y se dictan otras disposiciones. Autoridad Nacional del Ambiente.

- [31] **CTFS. Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá**. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
		postes de cercas, pulpa de papel y en la construcción de balsas por su cualidad de flotador.	http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Brosimum alicastrum	Berbá	- La madera es empleada en la fabricación de muebles finos, contrachapado, embalaje, cajas, implementos deportivos, carpintería de interiores, mangos de herramientas y palos para escobas.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Byrsonima crassifolia	Nance	- La madera es empleada en la fabricación de muebles, gabinetes, pisos, puertas, marcos, ventanas, leña y carbón. - Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Calophyllum longifolium	María	La madera es empleada en la construcción de pisos, muebles, carpintería, contrachapado, trabajos de gabinetes, mangos de herramientas y durmientes de ferrocarril.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Carapa guianensis	Bateo	- Usada para enchapes, construcción en general y para hacer puertas. - La madera es empleada en la ebanistería, la carpintería, y la construcción en general, puertas, ventanas, pisos, contrachapados y mástiles para embarcaciones. - Especie maderable de alto valor comercial.	- Norman Guerra, et al. 1996. Manual Práctico para la Identificación de Especies Maderables de la Zona del río San Juan, Nicaragua. CATIE. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Cedrela odorata	Cedro amargo	- La madera es de excelente calidad, empleada en la elaboración de muebles finos, construcción interna, trabajos de gabinetes, canoas, pisos, puertas, marcos de ventanas, cajas para puros y en la fabricación de instrumentos musicales. - Especie maderable de alto valor comercial.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
Ceiba pentandra	Ceibo	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - La madera es empleada para producir pulpa de celulosa, en el contrachapado, embalaje, cielo raso y en la elaboración de cajas.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Cordia alliodora	Laurel	- La madera es empleada en la construcción de muebles, gabinetes, pisos y paneles decorativos. - Especie maderable de alto valor comercial.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Dipteryx oleífera	Almendro	- La madera se utiliza en construcciones de pisos, pilotes para minas, puentes, durmientes de ferrocarril, vagones, quillas de barcos y mangos de herramientas. - Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Guarea Pterorachis		carpintería, mobiliario entarimados y para leña	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Gustavia superba	Membrillo	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Mangifera indica	Mango	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - La madera es fuerte y pesada, en muchos lugares del interior del país se emplean pedazos del tronco para cortar las carnes en las carnicerías.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Maquira costaricana	Palo de Pico	Madera empleada para postes de cercas.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Maranthes panamensis	Corocito, corozo, palo de gusano	Madera empleada en construcciones rurales y para leña. Los árboles de esta especie, tienen un gran potencial como planta melífera en fincas dedicadas a la apicultura.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
Ochroma Pyramidale	Balso	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - Madera liviana, empleada en el aislamiento térmico, fónico y vibratorio, en la construcción de balsas, boyas, embalajes especiales, maquetas de aviones y de autos.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Pachira aquatica	Bonga	Madera empleada para pulpa de papel. De la corteza se extraen fibras utilizadas para fabricar cuerdas.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Pachira quinata	Ceibo, cedro espino	- Especie maderable de alto valor comercial. - Madera empleada en la fabricación de muebles finos, puertas, marcos para ventanas, canoas, cajas, chapas y tableros de partículas.	Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Podocarpus guatemalensis	Pinotea	Madera empleada en la fabricación de cajas, cajones, formaletas, carpintería y ebanistería.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Schefflera morototoni	Pava, Mangavé	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - Madera empleada en la fabricación de cajas, palillos de fósforos, contrachapado, lápices, palillos de dientes y para balsas por su cualidad de flotador.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Simarouba amara	Olivo	Madera empleada para fabricar cielo raso, molduras, cajas, palillos, instrumentos musicales y pulpa para papel.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Spondias mombin	Jobo	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - Madera empleada en la fabricación de cajas, plywood y pulpa para papel.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Sterculia recordiana	Palo de agua	Madera para la construcción.	Norman Guerra, et al.1996 Manual Práctico para la Identificación de Especies Maderables de la Zona del río San Juan, Nicaragua. CATIE.
Symphonia globulifera	Cerillo	- Madera empleada en la ebanistería, carpintería, durmientes de ferrocarril,	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá.

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
		construcciones marinas, pisos, puertas, ventanas, mangos de herramientas, artículos deportivos, contrachapado, palillos y pulpa para papel. - Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.	http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Tabebuia guayacan	Guayacán	- Madera pesada y de alta durabilidad, empleada en construcciones navales, puentes, carrocerías, mangos de herramientas, durmientes de ferrocarril y obras hidraúlicas de agua dulce. - Especie maderable de alto valor comercial.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Tabebuia rosea	Roble	- Madera de muy buena calidad, empleada para fabricar muebles finos, pisos, gabinetes, ebanistería, chapas decorativas, artesanías, ruedas de carretas, cajas, embalajes, culatas para armas de fuego y botes. - Especie maderable de alto valor comercial.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php? - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.
Tachigali costaricensis	Guaraguao	"Su madera es pesada, pardo amarillenta y por su buena resistencia es apta para la construcción en general. (Jiménez, Q. et al., 2011)"	http://www.ecosdelbosque.com/especie/tachigali-costaricensis
Talauma sp.		La madera es de excelente calidad y se emplea para la construcción de muebles, gabinetes, ventanas, pisos de lujo y adorno de interiores.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Terminalia amazonia	Amarillo	- Madera empleada para fabricar muebles, mangos de herramientas, entablados, cubiertas de botes, barcos, puentes, durmientes de ferrocarril, pisos y artículos torneados. - Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales.	- Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php - Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente.

Especie	N.Común	Valor Comercial	Fuente
Tetrathylacium johansenii	Palo de chancho, pantano	Madera empleada en la construcción de puentes, pisos, muebles y carpintería.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Tovomita longifolia		Madera empleada para postes de cercas y en la fabricación de mangos de herramientas.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Vantanea depleta		Madera empleada en construcciones pesadas, puentes, durmientes de ferrocarril y pisos industriales.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Virola sebifera	Bogami, sangre.	Madera empleada para construcciones internas y en el contrachapado.	Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?
Vitex cooperi		- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - Madera empleada para construcción en general, leña, postes de cercas y en la fabricación de mangos de herramientas.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php
Vochysia ferruginea	Pegle, Mayo.	- Especie maderable catalogada dentro del grupo comercial y potencialmente comerciales. - Madera empleada en construcciones internas, carpintería, postes de cercas, en la fabricación de cajas, palillos de fósforo y en la producción de pulpa para papel.	- Resolución No.AG-0066-2007. Autoridad Nacional del Ambiente. - Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá. http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php

Resolución No.AG-0066-2007. Por la cual se efectua una reclasificación de maderas comerciales y potencialmente comerciales, en base a su valor comercial de mercado, en Función de lo cual se establece el cobro por servicios técnicos en concepto de aprovechamiento del bosque natural y se dictan otras disposiciones. Autoridad Nacional del Ambiente.

4.2.1.7 Tipos de vegetación

A continuación, se presentan los tipos de vegetación (Ver Mapa 16 al final del capítulo), con el nombre de la clase en el sistema de la UNESCO (Ellemberg & Mueller-Dombois, 1974; ANAM, 2000). Para las clases de uso del suelo se indica el nombre, consistente y su equivalencia con el sistema del Mapa de vegetación de Panamá (ANAM, 2000).

- ***Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado (Bosque siempreverde/ bosque maduro)***

Esta es la vegetación característica de las faldas y las cimas de las montañas de la cordillera Central y del macizo de cerro Hoya, y de las tierras bajas de la vertiente del Caribe. Como unidad de paisaje, el bosque perennifolio o siempreverde es el más extenso del área de estudio. Tiene un dosel compuesto por especies de árboles que permanecen con hojas todo el año, aunque puede haber algunos individuos de especies deciduas mezclados con las especies de hoja perenne (ANAM, 2000). En el área de la cuenca de río Indio, se encuentra en todos los tramos (alto, medio y bajo) visitados durante la evaluación de campo y es la vegetación más rica en especies.

De acuerdo con sus características climáticas y geográficas, el bosque perennifolio se puede encontrar en diferentes clases de bosque, los cuales se observan en estados sucesionales, que se indican en la tabla 4-70.

Tabla 4-70
Clases de bosque perennifolio ombrófilo tropical y otras coberturas registradas en río Indio por tramo de cuenca

Bosque perennifolio (UNESCO)	Vegetación observada en campo	Tramo de la cuenca
Montano de 1,000 -1,500 msnm	Bosque maduro	Alto
Submontano de 500-1,000 msnm	Bosque maduro	Alto
Submontano poco intervenido 500-1,000 msnm	Bosque intervenido	Alto
De tierras bajas	Bosque maduro no intervenido	Medio, Bajo
De tierras bajas poco intervenido	Bosque poco intervenido	Alta, Media, Baja
De tierras bajas bastante intervenido	Rastrojo	Alta, Media, Baja
*Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (10 - 50%)	Uso agropecuario de subsistencia extensivo	Media, Baja
*Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (< 10%)	Uso agropecuario de subsistencia intensivo	Alta, Media, Baja
Plantación	Palmar	Baja
Bosque de manglar	Manglar	Baja

*Corresponde a un uso de suelo.
Fuente: elaborada por el consultor, 2017.

La diferencia en la altura a la que se ubican las distintas clases se debe a que en la vertiente del Caribe hay mayor humedad y nubosidad todo el año y la tasa de evapotranspiración es menor que en la vertiente del Pacífico, lo cual permite a muchas especies de plantas que prosperan en ambientes con biotemperatura relativamente baja, ocupar regiones a menor altitud en una vertiente (la más húmeda), que en la otra.

Las diferentes clases de bosque perennnifolio comparten la misma fenología de las especies dominantes, aunque la altura del dosel es superior en los bosques no intervenidos de tierras bajas, que en los bosques submontanos de la división continental. El diámetro promedio de

los troncos más grandes también muestra una tendencia a disminuir en los bosques de mayor altura; pero esta condición también parece ser producto de los vientos y las pendientes, ya que en bosques ubicados a alturas mayores (2,500 msnm) en las faldas del volcán Barú, los árboles alcanzan diámetros parecidos a los de los bosques submontanos y de tierras bajas registrados en este estudio. Los estratos arbóreos inferiores y el sotobosque son similares en apariencia, excepto en el componente de hemiepífitas y epífitas, donde se apreció más denso y con mayor diversidad a medida que se asciende. La estructura y composición de especies dominantes por estratos se presenta en las descripciones de cada clase.

Tramo alto

En el tramo alto de la cuenca de río Indio se observaron cinco coberturas vegetales, incluyendo las que correponden a usos de suelo, que se localizaron en las comunidades de Río Indio Arriba, Jordanal, Río Indio Centro, Los Chorros y El Harino, estas coberturas de vegetación se describen a continuación:

- ***Bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1,000-1,500 msnm)***

Según el Mapa de vegetación de Panamá, esta clase de vegetación debe ocupar las cimas y laderas superiores de la cordillera del área de estudio entre 1,000 – 1,500 msnm, en el lado Caribe; esta vegetación se encuentra en el área de la cuenca alta de río Indio, en las montañas de la comunidad de río Indio Arriba, en las cercanías del cerro Llorón. El área presenta pendientes abruptas, la vegetación es densa, hay nubosidad sobre el sitio. Este bosque está rodeado de potrero y recientemente se está reforestando con especie nativas. Son abundantes las briofitas. Adicionalmente, se encontraron hongos de los géneros *Coenogonium, Geastrum,* ambos indicadores de bosques maduros.

La vegetación encontrada en esta cobertura consiste de un estrato arbóreo alto con especies cuya altura esta por arriba de los 30 m, se observan especies como: *Erythrina costaricensis, Ficus sp, Sloanea spp, Tetrorchidium, Otoba,* Lauraceae spp.

En el estrato intermedio dominado por árboles de menor tamaño y arbustos se logró registrar a: *Cymbopetalum, Piper spp, Siparuna thecaphora, Psychotria spp, Notopleura spp, Witheringia sp, Psychotria, Parathesis.* Se observaron palmas entre las que se pueden mencionar a *Attalea, Socratea exorrhiza, Asterogyne martiana, Bactris spp, Calyptrogyne, Chamadorea ssp., Iriartea deltoidea, Geonoma spp, Welfia regia* y *Wettinia quinaria.*

En el sotobosque se encontraron herbáceas: *Costus sp, Renealmia sp, Heliconia spp, Heliconia irrasa, Calathea spp. Poaceae spp, Cyperaceae spp. Carludovica palmata, Cyclanthus bipartitus, Aechmea, Dieffenbachia* spp. Entre las epífitas y hemiepífitas: *Blakea sp, Columnea spp, Pitcairnia, Tillandsia, Guzmania, Anthurium spp, Rhodospata, Monstera, Syngonium, Monolena, Rhodospata, Monstera, Syngonium, Columnea spp, Anthurium scherzerianum, Anthurium spp.*

Hay bejucos y algunas lianas: *Strychnox panamensis, Aristolochia sp. Smilax spp,* Dioscoreaceae sp, Solanaceae spp, Bignoniaceae spp, *Serjania spp, Paullinia sp.*

En cuanto a helechos y asociados: *Asplenium serrulata, El aphoglossum spp, Danaea sp., Cyathea spp, Blechnum, Lomariopsis sp,* entre otros.

- ***Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000)***

Esta clase de vegetación en el área de estudio se localiza en las tierras de mediana altura a ambos lados de la cordillera, desde los 500 hasta los 1,000 msnm, en el lado del Caribe; formando un gran polígono de vegetación que encierra las cimas de los cerros altos de la cuenca de río Indio.

El bosque submontano tiene un dosel de 25 – 30 m de altura, pocos árboles emergentes. El dosel es ligeramente menor que el bosque de tierras bajas y comparte con él numerosas especies, cuyos rangos de tolerancia ecológica son bastante amplios. En el área de río Indio Arriba, donde el bosque está mejor conservado, los árboles son de mayor altura y diámetro que en otras áreas visitadas. La vegetación localizada en la ribera de río Indio, es una vegetación densa e interesante y con alto grado de conservación.

Los estratos medios son densos y tienen individuos jóvenes de las especies del dosel, además de palmas y árboles típicos del interior del bosque. Las familias dominantes en los bosques mejor conservados también corresponden a Lauraceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Sapotaceae y Annonaceae, que están bien representadas en los bosques de montaña de Panamá. En cambio, en los bosques perturbados, además de algunas especies de familias típicas de tierras altas, hay numerosas especies de familias de amplio rango de distribución altitudinal.
Las palmas están representadas por: *Socratea exorrhiza, Geonoma cuneata, Cryosophila warscewiczii, Asterogyne martiana, Bactris spp, Calyptrogyne, Welfia regia, Wettinia quinaria,* entre otras.

El sotobosque, tanto de los bosques no perturbados como de los bosques intervenidos, es relativamente abierto, con numerosos arbustos de las familias Arecaceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Piperaceae, componentes típicos de este estrato. Las hierbas son comunes, al igual que las trepadoras, estas herbáceas están representadas por: *Dieffenbachia, Eucharis, Costus sp, Renealmia sp, Heliconia spp, Heliconia irrasa, Calathea sp. Poaceae sp, Cyperaceae sp, Carludovica palmata, Anthurium cerrocampanense.* Las epífitas y hemiepífitas son mucho más numerosas tanto en individuos, como cantidad de especies presentes, sin que se aprecien diferencias de riqueza de especies o abundancia de individuos. Las epifitas y hemiepifitas corresponden a los siguientes géneros: *Philodendron spp., Anthurium spp, Dieffenbachia spp, Rhodospata, Monstera, Syngonium, Columnea spp, Bromeliaceae, Monolena sp,*

- ***Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1,000 msnm) poco intervenido.***

Esta vegetación posee similares características del bosque submontano, con la visible afectación por la intervención antrópica. Es el bosque con intevención de la mano del hombre. Se localiza próximo al río y áreas de potrero. El suelo posee abundante hojarasca, hay árboles caídos en descomposición, herbáceas (*Heliconia, Calathea, Scleria*). Existen especies arbóreas con diámetro mayores a 50 cm, predominantemente *Conceveiba pleiostemona.*

El estrato dominado por árboles: *Erythrina rubrinervia, Ficus spp, Theobroma bernoullii, Theobroma spp., Aegiphila anómala, Tabernaemontana sp, Sloanea sp, Otoba acuminata, Sterculia rcordiana, Inga spp, Cespedesia spathulata, Quararibea sp., Zanthoxylum procerum, El estrato intermedio dominado por arboles a*rbustos: *Aphelandra cerrocampanensis, Cymbopetalum, Besleria formicaria, Besleria notabilis, Besleria robusta, Piper spp, Siparuna pauciflora, Siparuna thecaphora, Psychotria spp, Notopleura spp, Witheringia sp, Parathesis amplifolia, Clidemia sp, Carpotroche platyptera, Chrysochlamys spp, Glossoloma panamense.*

Las palmas están representadas por: *Attalea butyracea, Socratea exorrhiza, Euterpe sp, Hyospathe elegans, Iriartea deltoidea, Geonoma spp, Synechanthus warscewiczianus, Welfia regia, Wettinia quinaria*. Las herbáceas por: *Costus sp, Renealmia sp, Heliconia spp, Heliconia irrasa, Calathea spp., Monolena sp, Poaceae spp, Cyperaceae spp. Carludovica palmata, Cyclanthus bipartitus, Dieffenbachia sp.* Los bejucos y lianas: *Strychnox panamensis, Aristolochia sp. Smilax spp, Dioscoreaceae sp, Solanaceae spp, Bignoniaceae spp, Serjania spp, Paullinia sp, Petrea volubilis*

Las epífitas están representadss por: *Peperomia sp, Tilandsia, Guzmania, Aechmea, Anthurium spp, Anthurium clavigerum, Rhodospata, Monstera, Syngonium, Columnea spp, Anthurium scherzerianum, Ericaceae spp., Blakea sp.* En cuanto a los helechos y aliados se observaron: *Asplenium serrulata, Elaphoglossum spp, Danaea* sp., *Cyathea spp, Blechnum, Lomariopsis sp, Cnemidaria, Campyloneurum, Cyclopeltis semicordata, Salpichlaena volubilis, Selaginella spp, Trichomanes,* ente otros.

- ***Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas poco intervenido***

Esta cobertura vegetal localizada en El Harino, es una vegetación boscosa estable, ubicada en una propiedad privada que tiene el objetivo de convertirse en una finca conservada con fines ecoturísticos. En esta vegetación hay especies interesantes como Podocarpus *guatemalensis*, y *Zamia skineri*, predominan además arboles enormes de Cacique (*Naucleopsis sp*) y *Couma macrocarpa* (árbol pera).

El estrato arbóreo con individuos de más de 20 m de alto, y algunos que sobresalen el dosel, está representado por: *Abarema barbouriana, Brosimum sp., Calophyllum longifolium, Carapa guianensis, Casearia sp., Cupania sp., Dussia atropurpurea, Ficus sp., Garcinia magnifolia, Laxoplumeria tessmannii, Licania hypoleuca, Miconia argentea, Miconia spp., Ocotea sp., Plinia coclensis, Podocarpus guatemalensis, Pourouma bicolor, Pouteria fossicola, Sloanea sp., Talauma sp., Vantanea depleta,* las palmas *Euterpe macrospadix Oenocarpus mapora, Socratea exorrhiza.*

El estrato intermedio dominado por arbustos y algunas palmas: *Protium panamense, Tabernaemontana undulata, Aspidosperma desmanthum, Chrysophyllum argenteum, Tovomita longifolia, Psychotria elata, Dendropanax arboreus, Miconia simplex, Ronabea emetica, Siparuna thecaphora, Qualea panamensis,* además de las palmas: *Geonoma interrupta, Socratea exhorriza, Geonoma sp, Synechanthus warscewiczianus.* Hay lianas y bejucos como *Doliocarpus dentatus* (bejuco de agua).

En el sotobosque las herbáceas: *Zamia skinneri, Anthurium sp.* Los helechos y asociados: *Lomariopsis fendleri, Trichomanes sp, Salpichlaena volubilis, Tectaria sp., Elaphoglossum sp.* Como parte del piso del bosque se observan plantas que se alimentan de materia vegetal en descomposición, las saprófitas, *Voyria tenella* (Gentianaceae).

- ***Bosque perennifolio ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas bastante intervenido***

Esta vegetación corresponde al rastrojo dominado por especies arbustivas y arbóreas, hay algunos espavé, marañón curazao, mangavé y *Miconia argentea*. Esta clase de vegetación se presenta principalmente en áreas donde se practican actividades productivas, como ganadería y agricultura; y también se les puede encontrar en las laderas de los cerros, donde hay derrumbes frecuentes debido a las lluvias y a la fragilidad del terreno, en este caso se describen una vegetación producida por actividades antrópicas.

En el estrato arbóreo se observan *Anacardium excelsum, Bixa urucurana, Bursera simaruba, Byrsonima crassifolia, Casearia sp., Cedrela odorata, Ceiba pentandra, Chrysophyllum argenteum, Citrus japonica, Cordia alliodora, Croton smithianus, Diphysa americana, Ficus sp., Gliricidia sepium, Inga spectabilis, Licania platypus, Lonchocarpus sericeus, Mangifera indica, Miconia affinis, Miconia argentea, Mosquitoxylum jamaicense, Terminalia amazonia, Trichospermum galeottii, Trophis caucana, Vismia billbergiana, Vismia macrophylla, Xylopia aromatica, Zanthoxylum sp.* Hay palmas como la conga (*Welfia regia*).

En el estrato bajo o sotobosque sobresalen: *Conostegia speciosa, Quassia amara, Myriocarpa longipes, Cornutia pyramidata, Piper peltatum,* las Lianas y bejucos observadas corresponde a: *Arrabidaea sp., Tournefortia sp., Doliocarpus dentatus, Ipomoea philomega, Drymonia serrulata.*

Sobresalen algunas herbáceas y epífitas: *Guzmania sp., Werauhia sp., Mimosa pudica, Heliconia pogonantha, Heliconia mariae,* algunas son pastos introducidos como: Andropogon *bicornis* y *Brachiaria decumbens,* Otras hiebas presentes son: *Xanthosoma sp., Dieffenbachia sp., Carludovica palmata, Costus sp., Tripogandra serrulata, Catasetum viridiflavum.* Los helechos y asociados encontrados son: *Cyclopeltis semicordata, Thelypteris sp., Metaxya sp., Selaginella arthritica.*

- ***Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (< 10%).***

Esta cobertura que es un uso de suelo, denominado también, uso agropecuario de subsistencia intensiva**,** se observa en aquellas áreas dedicadas a la agricultura y al pastoreo de ganado vacuno. Al igual que en otras regiones del país, esta clase de uso del suelo es las más perturbada del área de estudio; en especial en los cultivos, donde generalmente se remueve la mayor parte de la vegetación original. En algunos sitios la vegetación natural ha sido removida, llegando casi hasta la cima de algunos cerros, donde las pendientes hacen casi imposible el éxito de estas prácticas agropecuarias.

Es un pastizal donde dominan las poáceas y ciperáceas. Hay árboles y arbustos dispersos con alturas de 10 a 15 m y muchas herbáceas arbustivas. Los árboles y arbustos dispersos corresponden a: *Sapium glandulosum, Inga spectabilis, Byrsonima crassifolia, Welfia regia, Psydium guajaba, Citrus spp. Vismia, Cupania, Aciotis, Casearia sp., Clidemia, Gliricidia sepium, Otoba acuminata*.

Las hierbas y arbustos pequeños observados son: *Vernonia patens, Solanum, Campylonerum, Selaginella, Chaptalia nutans, Lantana camara, Piper marginatum, Piper peltatum, Emilia fosbergii, Hedychium coronarium. Neurolaena lobata, Borreria laevis.* Entre las hierbas que son las especies dominantes están: *Digitaria sp., Cynodon dactylon, Panicum maximum, Brachiaria spp, Hypharhenia rufa.*

Se encuentran algunos bejucos en estadio juvenil: *Vitis tiliifolia, Gouania lupuloides, Connarus sp., Tournefortia sp., Cissus sp., Desmodium incannum, Drymonia serrulata. Las e*pifitas que se pueden obsevar sobre los árboles y arbustos corresponden a las orquídeas *Oerstedella pseudochumanniana y Oncidium sp*. Otras son la bromelia *Catopsis sp*. y la gesneriácea *Codonanthe crassifolia*.

Tramo medio

El tramo medio de la cuenca involucra comunidades ubicadas principalmente en la provincia de Panamá Oeste, en el distrito de Capira. En esta sección de la cuenca de río Indio, se encuentran los bosques de tierras bajas en diferentes estados sucecionales y de conservación. Hay amplios sectores dedicados a la ganadería y la agricultura de subsistencia. Las diferentes coberturas vegetales encontradas se describen en ésta seción:

- **Bosque maduro / Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas**

Cobertura vegetal que se caracteriza por la presencia de árboles de más de 30 m de altura; son parches de montaña que mantienen todas las características y especies de la vegetación original, han sido dejado sin tocar por sus dueños, que prefieren mantener estos sitios como reliquia de los bosques existentes en la zona. Se encuentran rodeados de potreros y area de cultivos, hay quebradas que irrigan la zona. Esta clase de vegetación se observó a 2 km al Sureste de la comunidad Tres Hermanas (coordenadas 597010 E 983607N), en dos parcelas establecidas en un sitio conocido como Alto Naranjo.

En el dosel de estos bosques es evidente la presencia de algunas especies como: caoba (*Calophyllum longifolia), Carapa guianensis, Trema micrantha*, guabos (*Inga* spp.), *Vatairea sp., Lycania platypus,* guarumos (*Pourouma* sp., *Cecropia* sp.) *Xylopia frutescens,* e higuerón (*Ficus insipida*). El nivel inferior contiene árboles de menor altura, i.e., *Tabebuia*

sp., Protium sp., Erytroxylum sp., Cassipourea sp., Maquira costaricana, caucho (*Castilla elastica*), higos (*Ficus* spp.), adicionalmente, se observó la presencia de las palmas (*Iriartea deltoidea*), jira (*Socratea exorrhiza*) y (*Wettinia* sp.), las cuales son indicadoras de la humedad característica en esta área del país durante todo el año, además muchas de las hojas y tallos de estas palmas son requeridas localmente por su uso en la construcción de viviendas (Henderson *et al*., 1995). Otras plantas observadas fueron *Licania* (Chrysobalanaceae), alcarreto (*Aspidosperma* sp.), *Pouteria* (Sapotaceae), además de ollito (*Eschweilera* sp.), *Tabernaemontana sp., Guatteria sp., Trophis caucana, Ouratea sp., Cymbopetalum sp., Psychotria sp*. que son abundantes en bosques húmedos con un nivel muy bajo o exento de intervención.

El sotobosque es denso con pocas especies dominantes hay herbáceas como: *Rodospatha sp., Calathea sp., Pariana strigosa, Stromanthe jacquinii*. Sobresalen formas arbustivas de *Psychotria* sp., *Inga* spp., las palmas *Geonoma*, *Asterogyne* y *Calyptrogyne*; además de las heliconias (*Heliconia* spp.) y *Piper* spp. Un grupo muy bien representado, tanto en el sotobosque como en el piso del bosque, fueron los helechos y aliados, con ejemplares de *Selaginella, Polybotria* sp., *Tectaria incisa, Trichomanes, Salpichlaena volubilis, Lomariopsis, Cyathea* sp., *Elaphoglossum* sp., *Trichomanes* sp., *Adiantum sp., Metaxya elongata, Asplenium* sp., y *Polypodium* sp., cabe mencionar que la mayoría de los helechos antes mencionados tienen gran importancia como indicadores de zonas poco perturbadas (Lellinger, 1985).

Es propio de esta vegetación la presencia de lianas y bejucos, que estuvieron representados por ejemplares de *Serjania, Paullinia*, *Mikania,* la palma trepadora *"*matamba*"* (*Desmoncus orthacanthus*), *Tetracera* y *Combretum*.

También se observó una gran variedad de epífitas y hemiepífitas como anturios (*Anthurium clavigerum*), *Anthurium spp.,* escudo roto (*Monstera* sp.), *Syngonium,* indican cierto grado de humedad en el ambiente, lo cual es apropiado para la proliferación de las mismas.

- **Bosque intervenido / Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas - poco intervenido**

Esta clase de vegetación forma parte del tramo medio de la cuenca de río Indio y se encuentra representada también en la zona de transición entre los tramos altos, medio y bajo. Esta vegetación comparte igual característica que el bosque descrito anteriormente, el bosque perennifolio sin intervención; este bosque encontrado en varios sitios visitados en la comunidad de Tres Hermanas, se caracteriza por tener un dosel alto, con árboles de aproximadamente 25 metros de altura y emergentes que sobresalen hasta 10 m por encima del resto de la vegetación. Los árboles de mayor DAP superan los 50 cm y algunos incluso sobrepasan los 100 cm, y hay lianas con más de 10 cm de diámetro.

Los estratos arbóreos medios están dominados por numerosas especies adaptadas a las condiciones de luz y humedad de esa porción del bosque, aunque también se encuentran numerosos individuos de las especies del dosel, en especial en el bosque de dosel cerrado. Sobresalen árboles como: *Protium sp.*, *Inga sp.*, *Mosquitoxylum jamaicensis*, *Naucleopsis* (Cacique), *Calophyllum longifolium, Brosimum alicastrum (Berbá), Eugenia, Byrsonima, Carapa guianensis.* En el estrato intermedio se encuentran individuos de menor tamaño como

Warszewiczia coccinea, Cespedesia spathulata, Swartzia siplex (naranjillo), *Miconia, Siparuna, Picramnia latifolia, Chrysochlamys, Psychotria poeppigiana, Neea, Lacistema aggregatum, Xylopia frutescens, Croton sp., Schefflera morototonii* (mangavé), *Dendropanax arboreus* (palo bofo) y *Vochysia freruginea* (pegle). *Guatteria sp., Clidemia, Psychotria uliginosa, Psychotria erecta.* Hay palmas como las: *Bactris, Geonoma, Oenocarpus mapora, Euterpe.*

El sotobosque es algo denso y está compuesto por individuos de especies pertenecientes a los grupos de plantas con más especies en los bosques de Panamá, e individuos de juveniles de las especies de los estratos arbóreos. En esta sección del bosque es abundante la orquídeas flor del espiritu santo (*Peristeria elata)*, de la cual, se encontraron individuos en flores y muchos retoños. Entre las herbáceas sobresalen: *Costus, Heliconia sp, Heliconia irrasa, Scleria, Calathea crotalifera, Calathea alleni, Calathea latifolia, Calathea micans, Peristeria elata.* Hay helechos y aliados como es el caso de: *Selaginella, Lygodium venustum, Cyathea sp.*

El hábito de crecimiento de lianas es muy conspicuo en esta vegetación y está representado por numerosas especies y gran cantidad de individuos, algunos de los cuales son: *Doliocarpus, Smilax, Aristolochia, Strychnos, Abuta, Serjania, Paullinia.* Las epífitas y hemiepifitas están presentes, pero no son particularmente abundantes, sin embargo, se indican: *Syngonium, Anthurium, Philodendron, Dieffenbachia, Guzmania, Tillandsia* y *Werauhia.*

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas bastante intervenido**

Esta cobertura corresponde a la vegetación que se ha regenerado luego de tala y socuela selectiva con propósitos agrícolas, posteriormente se abandonan y con el trascurrir del tiempo surgen las especies pioneras, es común observarla en áreas donde proliferan las prácticas agropecuarias de subsistencia extensivo. La vegetación es propia de áreas intervenidas, rastrojos y áreas en regeneración. En la comunidad de Tres Hermanas y áreas cercanas es bastante frecuente observar segmentos de vegetación que exhiben esta condición.

Presenta especies pioneras de crecimiento rápido como: laurel (*Cordia alliodora*), guarumo (*Cecropia peltata*), pintamosa (*Vismia bilbergiana*), dos caras (*Miconia argentea*) y predomina *Miconia minutiflora*, palo blanco (*Vernonia patens*) y *Clidemia*. También se registró individuos de nance (*Byrsonima crassifolia*) y *Croton (*sangrillo*)*. Otras especies típicas de áreas intervenidas, *Isertia haenkeana* e *Hyptis capitata*. Algunas de las especies emergentes, aunque solo se observó un individuo de estos, son espavé (*Anacardium excelsum*), amarillo (*Terminalia amazonia*), Palmera chunga (*Astrocaryum standleyanum*).

Hay especies introducidas como *Acacia mangium*. En el sotobosque se observó algunas herbáceas como: *Piper* y *Calathea longifolia*, son frecuentes el dormilón (*Mimosa pudica*), caña agria (*Costus villosissimus*), cortadera (*Scleria spp.*), juncos (*Cyperus spp.*), *Selaginella*, *Pseudelephantopus spicatus* y *Lantana camara*. Se apreció la presencia de algunas plantas trepadoras tales como: *Doliocarpus, Lygodium venustum, Desmodium sp., Ipomoea sp., Serjania sp., Cissus* y *Paullinia sp*.

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa (10-50%)**

En Tres Hermanas, se visitaron varios sitios que permitieron recopilar la información que corresponde a esta cobertura. En este caso hay una plantación de *Acacia mangium* rodeadas por vegetación secundaria en medio de potrero. Adicionalmente se observa que el área se encuentra irrigada por una quebrada.

En el estrato arbóreo se registran varias especies: *Acacia mangium, que es frecuente, de forma dispersa hay Anacardium excelsum, Apeiba tibourbou, Byrsonima crassifolia, Cecropia peltata, Clusia sp., Cordia alliodora, Cordia cymosa, Croton smithianus, Cupania cinerea, Dendropanax arboreus, Erythrina sp., Ficus insipida, Hybanthus prunifolius, Inga sp., Isertia haenkeana, Lacistema agreggatum, Luehea seemannii, Matayba sp., Matayba sylvatica, Mauria heterophylla, Miconia affinis, Miconia argentea, Welfia regia, Oenocarpus mapora. Miconia minutiflora, Schefflera morototoni, Tabebuia rosea, Vismia macrophylla, Xylopia aromatica, Xylopia frutescens.* Bajo la cobertura boscosa se encuentran muchos individuos de nuestra orquídea nacional *Peristeria elata,* además de otra el *Epidendrum sp.,* en las proximidades hay cultivos de subsistencia (yuca, pixbae y otras),

Hay muchas herbáceas dispersas en la periferia y en la sección interior del sitio en estudio como: *Lantana camara, Siparuna guianensis, Desmodium adscendens, Miconia impetiolaris, Psychotria horizontalis, Psychotria poeppigiana, Tococa guianensis, Pentagonia macrophylla, Quassia amara.*

Las lianas y bejucos presentes en el área son: *Davilla kunthii, Aristolochia sprucei, Coccocypselum hirsutum, Manettia reclinata. Entre las* herbáceas y epifitas se encuentran: *Aciotis indecora, Aciotis rubricaulis, Anthurium sp., Arthrostemma ciliatum, Brachiaria decumbens, Catasetum sp., Cyclanthus bipartitus, Heliconia latispatha, Heliconia mariae, Heliconia pogonantha, Mimosa pudica, Peristeria elata, Philodendron sp., Saccharum spontaneum, Sauvagesia erecta, Scleria sp., Syngonium sp., Tillandsia sp.*

- **Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (<10%).**

En este sistema productivo denominado también sistema agropecuario de subsistencia intensivo, que es frecuente en toda la cuenca y en Tres Hermanas y áreas adyacentes, dominan como es de esperar, las poáceas y ciperáceas. La altura de la vegetación está entre los 5 y 10 m. Pocos árboles y arbustos dispersos de las especies *Byrsonima crassifolia*, *Anacardium excelsum, Psydium guajaba, Mangifera indica, Cupania cinerea, Miconia argentea, Astrocaryum standleyanum, Gliricidia sepium* (cerca viva).

El estrato bajo está formado por plantas herbáceas y arbustivas de *Solanum sp., Selaginella* sp., *Lantana camara, Piper marginatum, Emilia fosbergii, Neurolaena lobata*, *Borreria laevis, Quassia amara, Phyllanthus niruri.*

Las hierbas dominantes en el pastizal son de las especies *Cyperus luzulae*, *Cynodon dactylon*, *Panicum maximum, Brachiaria spp., Hypharhenia rufa, Eleocharis fistulosa, Scleria* sp. *Sida rhombifolia*.

También se encontraron epífitas como la orquídea *Catasetum viridiflavum* y la gesneriácea *Codonanthe crassifolia;* asi como también bejucos de *Cissus* sp, *Desmodium incannum* y *Serjania sp*.

Tramo bajo

El tramo bajo de la cuenca involucra comunidades ubicadas principalmente en la provincia de Colón, en el distrito de Chagres. En esta sección de la cuenca de río Indio, se encuentran los bosques de tierras bajas en diferentes estados sucecionales y de conservacion. Hay amplios sectores dedicados a la ganadería y la agricultura de subsistencia. También se observan plantaciones de palma aceitera y porciones pequeñas de manglar. Se indican a continuación las clases de vegetacion observadas en este tramo de la cuenca.

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas**

Esta cobertura boscosa, se observa en la mayoría de los tramos estudiados en la cuenca de río Indio. En el tramo bajo se visitaron los parches boscosos que aún permanecen en la comunidad de Santa Rosa, comunidad que está ubicada a unos 45 min, aguas arriba de la desembocadura de río Indio. El bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas es la clase de vegetación con mayor altura de dosel, con 30 m, y emergentes de hasta 35 m. Gran cantidad de árboles están por encima de los 50 cm de DAP y se encuentran lianas con diámetros de tallo mayores de 10 cm. El terreno es inclinado hay varias quebradas. Cerca del área donde se estableció la parcela crece la palma *Phytelephas seemannii* (Tagua) *y Zamia oblicua* cuyas poblaciones son estables. Además, hay otras especies de palmas, aráceas, helechos, orquídeas, briofitas, líquenes y hongos.

En el estrato alto o dosel hay especies se consideran indicadoras de bosques relativamente viejos, que han sufrido perturbaciones en el pasado, especialmente jobo (*Spondias mombin*), guácimo colorado (*Luehea seemannii*) y *Cordia alliodora,* los cuales se consideran especies pioneras persistentes. Otras plantas registradas son: *Abarema barbouriana, Aspidosperma sp., Cordia bicolor, Cordia dwyeri, Coussapoa sp., Dendropanax arboreus, Dussia atropurpurea, Eschweilera sp., Guarea sp., Osteophloeum platyspermum, Otoba novogranatensis, Pachira aquatica, Virola sebifera, Vismia macrophylla, y Xylopia frutescens* entre otros.

En el estrato arbóreo inferior se observan especies indicadoras de bosques jóvenes y viejos, *Guatteria sp., Inga pezizifera, Inga sapindioides, Inga sp., Inga thibaudiana. Tachigali costaricensis, Pouteria sp., y Cymbopetalum lanugipetalum.*

En el sotobosque igualmente se encuentran especies propias del interior del bosque (*Heliconia irrasa, Attalea* sp. y *Acalypha diversifolia*), como especies que prosperan en claros y áreas perturbadas (*Carludovica palmata, Dieffenbachia longispatha*). *Lindackeria laurina, Maranthes panamensis, Marila laxiflora, Matayba sp., Myrcia sp., Ocotea sp., Cupania sp., Rudgea pittieri, Hybanthus sp., Protium panamense, Brosimum alicastrum, Morfo sp., Clidemia sp., Henriettea tuberculosa, Piper augustum var. cocleanum, Piper fimbriulatum, Piper imperiale, Piper spp., Psychotria acuminata, Psychotria chagrensis, Psychotria glomerulata, Psychotria racemosa.*

Los bosques de las tierras bajas del caribe sobresalen por la abundancia de las palmas, entre las que se indican: *Socratea exorrhiza, Oenocarpus mapora, Geonoma sp., Asterogyne martiana, Attalea allenii, Bactris sp., Euterpe macrospadix, Geonoma interrupta, Geonoma sp, Hyospathe elegans subsp. Sanblasensis.* Las lianas son muy abundantes y algunas alcanzan diámetros relativamente grandes, pero la mayoría de las especies son más bejucos que lianas, entre las que se registraron están: *Petrea volubilis, Connarus panamensis, Omphalea diandra, Serjania sp.*

Hay epifitas, entre las que se pueden mencionar: *Anthurium clavigerum, Anthurium sp., Asplundia sp., Monstera sp., Peperomia sp.;* los helechos y asociados son frecuentes entre los que sobresalen: *Bolbitis sp., Danaea sp., Elaphoglossum sp., Hymenophyllum sp., Lomariopsis vestita, Metaxya rostrata, Polybotrya caudata, Polybotrya polybotryoides, Salpichlaena volubilis, Tectaria sp., Trichomanes sp.*

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido**

Esta cobertura boscosa localizada en polígonos de vegetación que forman parte del tramo bajo de la cuenca, específicamente en la comunidad de Santa Rosa, corregimiento de Chagres. Esta vegetación presenta características similares al bosque no intervenido, la diferencia está en la apertura de dosel, producto de extracción de árboles grandes o debido a la caída de árboles de manera natural ocasionados por el derrumbe de individuos o por efectos naturales provocados por fenómenos climatológicos propios de la región. Posee una altura de dosel, de 25 a 30 m, y algunos emergentes.

Los árboles localizados en la parcela y áreas cercanas son: *Abarema barbouriana, Andira inermis, Annona hayesii, Annona sp., Apeiba membranacea, Brosimum sp., Casearia sp., Cordia sp., Cupania cinerea, Cupania sp., Dendropanax arboreus, Dussia atropurpurea, Eschweilera sp., Ficus sp., Guatteria sp., Hieronyma alchorneoides, Inga sp., Inga thibaudiana, Turpinia occidentalis, Virola sebifera, Perebea xanthochima.*

El estrato intermedio presenta a *Lacistema agreggatum, Lindackeria laurina, Maquira costaricana, Matayba sp., Miconia argentea, Naucleopsis sp, Ocotea sp., Pithecellobium sp., Prestoea decurrens Iriartea deltoidea, Protium glabrum, Protium panamense, Ryania speciosa, Simaba sp., Spachea elegans, Swartzia simplex, Tetrathylacium johansenii, Tetrathylacium macrophyllum, Tovomita longifolia, Vismia billbergiana, Vismia macrophylla, Vochysia ferruginea.* Se observan palmas como: *Geonoma cuneata, Bactris coloradonis, Phytelephas seemannii, Socratea exorrhiza, Attalea allenii, Geonoma.* Otros arbustos son: *Rudgea pittieri, Quassia amara, Desmopsis sp*., y la *Zamia obliqua.*

El sotobosque que es ralo presenta herbáceas como: *Stromanthe sp., Calathea, Heliconia pogonantha, Cyclanthus bipartitus, Xanthosoma sp., Dieffenbachia sp., Carludovica palmata, Costus* sp., *Voyria tenella, Anthurium sp., Monstera sp.*

Las lianas y bejucos observados corresponden a: *Macherium* sp., *Abuta* sp., *Serjania* sp. Hay algunas epifitas entre las que se registran la *Werauhia sp.*

Los helechos y asociados que se observaron en el sitio son: *Salpichlaena volubilis, Polybotria, Thelypteris sp., Metaxya sp., Tectaria sp., Selaginella arthritica. Lomariopsis vestita.*

En la periferia del bosque hay herbáceas propias de área de pastos como *Andropogon bicornis, Brachiaria decumbens.*

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido**

Es un área dominada por vegetación alterada donde hay predominio de rastrojo y herbáceas de porte mediano, cuya característica principal es poseer el sotobosque cerrado. Abundan bejucos, lianas y arbustos con diámetros muy delgados, las especies arbóreas de diámetros mayores se encuentran dispersas.

Sobresalen los árboles de talla alta como: *Luehea seemannii, Schefflera morototoni, y Inga sp.* Los arbustos que se lograron registrar son: *Xylopia aromatica, Acacia collinsii, Acalypha sp., Aegiphila anomala, Bellucia pentamera, Byrsonima crassifolia, Calophyllum longifolium, Cecropia obtusifolia, Cupania cinerea, Ficus sp., Inga thibaudiana, Isertia haenkeana, Lantana camara, Miconia affinis, Miconia argentea, Palicourea guianensis, Piper hispidum, Vernonanthura phosphorica, Vismia billbergiana, Vismia macrophylla, Machaerium sp., Piper augustum var. cocleanum, Piper auritum, Sabicea panamensis, Urena lobata. Psychotria poeppigiana.*

Las lianas y bejucos están representados por: *Doliocarpus dentatus, Cissus verticillata, Coccocypselum hirsutum, Cordia spinescens, Gouania polygama.*

Entre las herbáceas y epifitas encontradas están: *Costus villosissimus, Scleria sp., Costus guanaiensis var. macrostrobilus, Costus pulverulentus, Cyperus spp, Ischaemum ciliare, Mimosa pudica, Sauvagesia erecta, Tillandsia sp.* Del grupo de los helechos y asociados se encontraron: *Cyclopeltis semicordata, Adiantum sp., Cyathea sp., Lygodium venustum, Thelypteris sp, Selaginella sp.*

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa (10-50%)**

La cobertura vegetal encontrada perteneciente a este sistema productivo es un cafetal bajo sombra, con especies arbóreas de más de 20 m de alto. Se trata de un cultivo con más de 20 años. Los registros de la vegetación se realizaron dentro de los terrenos de la granja de la comunidad de Santa Rosa, denominada Grandes Pasos, que auspicia el Patronato de Nutrición. Esta es una granja dentro del programa de Desarrollo y Producción Autosostenible, que se localiza en Santa Rosa, distrito de Chagres, provincia de Colón.

Los árboles que se observan dentro de la sección inventariada son: *Buchenavia tetraphylla, Cedrela odorata, Spondias mombin, Cordia alliodora, Cupania cinerea, Virola sebifera, Pachira aquatica, Castilla elastica, Inga spectabilis, Ocotea sp., Trattinnickia aspera, Luehea seemannii, Cecropia obtusifolia, Carapa guianensis, Bixa orellana, Clusia minor, Cordia bicolor, Erythrina costaricensis, Inga sp., Miconia argentea, Vismia macrophylla*.

En el estrato intermedio correspondiente a árboles de baja estatura y arbustos: *Coffea arabica, Hamelia sp., Isertia haenkeana, Palicourea guianensis, Piper sp., Psychotria sp., Verbesina gigantea.* Hay en el área bejucos de *Gouania polygama e Ipomoea sp.*

Las herbáceas encontradas pertenecen a diferentes especies entre las que están: *Bellucia pentamera, Calathea latifolia, Calathea sp., Carludovica palmata,, Costus sp., Cyclanthus bipartitus, Dimerocostus strobilaceus, Heliconia sp.,* En el área se observaron algunas epifitas como: *Oeceoclades maculata, Sobralia sp. Anthurium sp., Catasetum viridiflavum.* Los helechos y asociados también forman parte del sotobosque, se registraron algunos como: *Hypolepis repens, Lygodium venustum, Nephrolepis sp., Selaginella exaltata, Selaginella* sp.

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa (< 10%)**

Los potreros que corresponden a esta clase de uso del suelo, presenta árboles muy dispersos y de altura desigual, los cuales casi siempre son remanentes de la vegetación original o individuos de especies pioneras. Igualmente los arbustos nativos o naturalizados están dispersos por todo el herbazal, pero no llegan a formar grupos densos, como ocurre en los rastrojos y arbustales.

Las hierbas predominantes son gramíneas naturalizadas, como la ratana (*Ischaemum sp.*), acompañadas de algunas especies nativas, como la paja de llano (*Paspalum* spp.); y también hierbas dicotiledóneas, como pega pega (*Desmodium* spp.), sirbulaca (*Melampodium divaricatum*), *Vernonanthura phosphorica* y *Lantana camara*, entre las nativas y especies naturalizadas.

Los árboles dispersos observados en el área son: *Byrsonima crassifolia, Miconia sp., Jacaranda copaia, Abarema barbouriana, Buchenavia tetraphylla, Calophyllum longifolium, Cordia alliodora, Inga thibaudiana, Miconia argentea, Vismia macrophylla.*

Hay arbustos y herbáceas como el chumico *Curatella americana, Hyptis brevipes, Hyptis capitata, Isertia haenkeana, Ludwigia octovalvis, Miconia minutiflora, Schefflera morototoni, Sida rhombifolia, Sida ulmifolia, Siparuna guianensis.* Se encuentran algunos bejucos como *Tetracera volubilis.* En la cerca viva se encuentran epifitas como *Catasetum viridiflavum.*

- **Plantación de palmas**

Esta cobertura se localiza en las proximidades de la desembocadura de río Indio y la plantación está muy próxima a la costa. Se trata de una plantación de palma aceitera establecida desde hace varias décadas, durante el gobierno revolucionario, bajo la óptica del General Torrijos, que impulsaba la conquista del Atlántico. El proyecto hace varios años fue abandonado, lo que ha permitido, una regeneración natural de especies pioneras y nativas, propias del área como: espavé, barrigón, chutrá, fabáceas, al igual que lianas, helechos y herbáceas.

A parte de la vegetación dominante constituida por las palmas de aceite (*Elaeis guineensis*), aunque se puede tratar de una palma híbrida resultado del cruce de *Elaeis guinensis* x E. *oleifera* (comunicación personal, J. Polanco), con lo que se buscaba obtener un tamaño

adecuado y una producción excelente; se encuentran árboles de la talla de *Anacardium excelsum, Calophyllum longifolium, Carapa guianensis, Casearia corymbosa, Cecropia peltata, Chrysophyllum cainito, Conostegia rufescens, Cordia alliodora, Erythrina fusca, Ficus insípida, Guarea guidonia, Guarea sp., Hasseltia floribunda, Inga sp., Inga thibaudiana, Lacistema agreggatum, Manilkara bidentata, Miconia argéntea, Ochroma pyramidale, Protium panamense, Pseudobombax septenatum, Vismia macrophylla.*

Los árboles de menor tamaño y arbustos registrados en esta plantación de palmas corresponden a *Pentagonia macrophylla, Piper arboreum, Piper reticulatum, Piper tuberculatun, Posoqueria latifolia, Psychotria chagrensis, Amphitecna latifolia.*

Algunas lianas y bejucos se pueden observar, entre los que se pueden mencionar a: *Connarus panamensis, Doliocarpus dentatus, Cordia spinescens, Ipomoea sp., Tournefortia sp.*

Son muchas las plantas herbáceas que se encuentran asociadas a las palmas, entre las que se pueden mencionar a: *Calathea inocephala, Calathea micans, Carludovica palmata, Crinum erubescens, Heliconia latispatha, Heliconia sp., Montrichardia arborescens, Renealmia cernua, Selaginella sp., Costus pulverulentus, Cyclanthus bipartitus, Scleria sp., Spathiphyllum friedrichsthalii, Urospatha grandis, Cladium jamaicense.* Las epifitas y hemiepifitas estuvieron representadas por*: Monstera sp., Syngonium sp.*, También en el área es notable la presencia de helechos algunos típicos de estos ambientes como: *Acrostichum aureum, además de Adiantum sp., Tectaria sp., Cyathea sp., Nephrolepis sp.*

- **Manglar**

Esta es la clase de vegetación con la menor riqueza de flora registrada en el área de estudio pues está compuesta por especies capaces de sobrevivir y prosperar en suelos salinos o bañados regular o permanentemente por agua salada. El manglar del área de estudio es pequeño y está limitado a unas pocas zonas en la boca del río. Este fragmento de Manglar está localizado orillas de la carretera y cercano a la comunidad de Boca de río Indio. Se estableció un transecto de 100 x 25 m, para hacer la evaluación de esta cobertura vegetal.
Entre las especies registradas en esta vegetación sobresalen los mangles rojos (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicennia germinans*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botón (*Conocarpus erectus*); acompañados por arbustos de majagüillo (*Talipariti tiliaceum* var. *pernambucencense*), *Coccoloba uvifera,* el helecho negro jorra y una especie de liana (*Rhabdadenia biflora*). *Morinda citrifolia, Stachytarpheta cayennensis. Talipariti tiliaceum.*

Hay hierbas que se encuentran asociadas o cercanas al área, entre las que están: *Crinum bulbispermum, Crinum erubescens, Eleocharis acicularis, Fimbristylis annua, Hymenocallis littoralis, Mimosa pudica, Spermacoce sp., Tropaeolum sp. Flemingia strobilifera, Cordia spinescens, Costus pulverulentus, Eleocharis acicularis, Montrichardia arborescens.*

En la periferia y formando parte de la vegetación vecinal del manglar se observaron el jobo (*Spondias mombin),* mango *(Mangifera indica), Miconia sp*., coco *(Cocos nucifera). Algunos* bejucos registrados: *Canavalia marítima, Dalbergia ecastaphyllum, Rhabdadenia biflora.*

Registro fotográfico

Se incluye al final del capítulo el registro fotográfico de las actividades en campo y laboratorio. Además se incluyen imágenes del paisaje y especies vegetales por sitio de estudio.

4.2.2 Fauna Terrestre

4.2.2.1 Herpetología

Los anfibios y reptiles son importantes componentes de los ecosistemas en la mayor parte del mundo. Son especialmente abundantes y diversos en las áreas del trópico húmedo, donde juegan un papel vital en las cadenas alimenticias, ya sea como predadores o presas, tanto en ecosistemas terrestres y acuáticos, y a menudo interconectando estas cadenas. Como depredadores de insectos, roedores y otras especies plaga, la herpetofauna también juega un papel significativamente beneficioso para las actividades agrícolas y recreativas, al controlar sus poblaciones. Su distribución espacial está definida por la estructura y la edad de la vegetación, el tamaño y la forma de los parches de vegetación, la distancia a cuerpos de agua, topografía, y relación espacial con otros hábitats, incluyendo sitios con disponibilidad de alimentos, lugares de refugio y substratos para sus actividades (DeMaynadier & Hunter 1998, Dupuis et al. 1995).

Los anfibios tienen varias características que los convierten en importantes indicadores del estado de las especies en un ecosistema dado. Son localmente abundantes (Lieberman 1986), y pueden ser muestreados con metodologías de bajo costo (Heyer et al. 1994, Pierce & Gutzwiller 2004). Debido a su piel permeable y un ciclo de vida bifásico (acuático y terrestre), los anfibios son especies sensitivas a las presiones ambientales (Vitt et al. 1990, Wake 1991, Blaustein 1994, Blaustein et al. 1994). Los reptiles, al igual que los anfibios, son especies ectotérmicas, por lo que son afectadas por cambios en las condiciones climáticas (Schlaepfer & Gavin, 2001), y han demostrado su utilidad en la determinación de contaminación por agroquímicos (Bauerle et al. 1975), perturbación de hábitat y como indicadores de integridad ambiental (Calderón et al. 2008, Tuberville, et al. 2005). En base a lo anterior, el estudio y evaluación de anfibios y reptiles es un elemento importante en la determinación del estado de conservación de los ecosistemas.

En el caso de la herpetofauna panameña, como parte de la zona biogeográfica de Centro América, tiene una estructura independiente de las masas continentales Norte y Sur, tal como la han demostrado los estudios de Savage (2002, 1982, 1966). Luego del cierre del portal de Panamá, es decir, de la zona marina que mantuvo separada las masas continentales de América hasta el Plioceno, la conexión terrestre inició un proceso de migración de las especies, que continua hoy en día. En Panamá hay barreras naturales, como las barreras climáticas causadas por la discontinuidad de las regiones montañosas en la región central de país, lo cual afecta a las especies de tierras altas. A su vez, los cambios de cobertura vegetal en tierras bajas en el Pacífico Oeste del país, afectan la migración de especies de tierras bajas. Sin embargo, la diversidad de especies muestra que ha habido y se mantiene una dispersión de especies, tanto centroamericanas como suramericanas, a través de rutas de dispersión por medio de las zonas climáticas mésicas, los cuales corresponden a sitios caracterizados por condiciones ambientales moderadas (Kohler 2003). Estas condiciones naturales, mientras existan como tales, contribuirán a enriquecer la diversidad de especies de Panamá.

A través del Estudio "Recopilación y presentación de datos ambientales y culturales de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá" elaborado por el consorcio The Louis Berger Group Inc., Universidad de Panamá y el Smithsonian Tropical Research Institute en el 2003, para la Autoridad del Canal de Panamá, se generó un informe específico para la cuenca del río Indio. En este documento se definió que la cuenca del río Indio limita al Este con la Región Oriental de la Cuenca del Canal y al Oeste con la cuenca del río Miguel de la Borda/Caño Sucio y la cuenca de Coclé del Norte. La definición de los sitios de muestreo se basó en la revisión de fuentes secundarias, sobrevuelos y visitas de campo. La metodología utilizada en base a los sitios seleccionados y el esfuerzo de muestreo generó el registro de 101 especies (66 anfibios y 35 reptiles). En el caso de los anfibios, los cuatro sitios de muestreo (tabla 4-71), según la división política de la época, fueron:

Tabla 4-71
Sitios de muestreo relacionados con la cuenca del río Indio según el estudio del Consorcio Berger del 2003

El Limón, corregimiento de Río Indio, distrito de Penonomé, provincia de Coclé. 138 msnm. Vegetación: Sistema Productivo – BMHT. Potrero y rastrojo. Hábitats: Pastizales, cultivos y rastrojos. 8 días	0591200	0993857
Jordanal, corregimiento de Cirí Grande, distrito de Capira, provincia de Panamá. 620 msnm. Vegetación: Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano. Hábitats: Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano, Rastrojos, Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas, pastizales y cultivos.	5974467	9591122
La Mina, corregimiento de Cirí de los Soto, distrito de Capira, provincia de Panamá. 20-115 msnm. Vegetación: Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas. Hábitats: Pastizales, Cultivos, Rastrojos y Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas. 7 días.	0593785	0988063
Río Indio Arriba, corregimiento de Cirí Grande, distrito de Capira, provincia de Panamá. 586 msnm. Vegetación: Bosque Natural sobre 500m. Hábitats: Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano, Rastrojos, Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas, pastizales y cultivos. 8 Días.	0597695	0956471

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

- **Presentación de resultados**

Durante el muestreo de campo, ser registró un total de 74 especies de anfibios y reptiles (Herpetofauna). Entre los anfibios, se registraron 33 especies y distribuidos en 11 familias y 21 géneros, los cuales todos pertenecen al orden Anura (ver Apéndice 1 en el anexo 8). Entre los reptiles, se registró un total de 39 especies, distribuidas en dos órdenes, 14 familias y 28 géneros (Anexo 8). La familia más representativa entre los anfibios fue la Hylidae, con 10 especies, mientras que entre los reptiles fue la familia Colubridae con nueve especies.

En cuanto al esfuerzo realizado, durante la primera y segunda fase de muestreo de la estación lluviosa, se invirtieron un total 394 horas/hombres, durante el muestreo de campo realizado

entre el 8 y 19 de agosto, y del 7 al 19 de noviembre del 2017. La distribución del esfuerzo realizado por tramo, tipo de cobertura[32], tipo de esfuerzo y mecanismo de muestreo utilizado, se presenta en la tabla 4-72.

Tabla 4-72
Esfuerzo de muestreo realizado (horas/hombres)

Tramo	M		SM		SMI		TB		TBPI		TBBI		10-50%		-10%		Palmar		Manglar[33]	
Método	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**	**T**	**BG**
Alto	4	8	13.3	6.7	20	10	44	32	4	12					6.7	3.3				
Medio							26.7	13.3			50.7	35.3	4	4	10.7	7.3				
Bajo							4	12	4	12	4	12	4	12	4	4	2	4		
Total	4	8	13.3	6.7	20	10	74.7	57.3	8	24	54.7	47.3	8	16	21.4	14.6	2	4	0	0

Leyenda: T= Transecto; BG=Búsqueda Generalizada; M=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Montano SM=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano; SMI=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano Poco Intervenido; TB= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas; TBPI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Poco Intervenido; TBI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido
SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10-50%; SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos de 10%

Tramo alto

En el tramo alto se visitaron las localidades de El Harino, Jordanal y Río Indio Nacimiento[34]. Se registró un total de 24 especies de anfibios, distribuidos en 10 familias y 17 géneros. Entre los reptiles se registró la presencia de 17 especies, distribuidas en ocho familias y 14 géneros. La tabla 4-73 se presenta las especies registradas en este tramo y por tipo de cobertura y uso de suelo, posteriormente se discuten los resultados por cobertura.

Tabla 4-73
Lista de especies de herpetofauna en el tramo alto del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL	Tipos de cobertura					
					M	**SM**	**SMPI**	**TB**	**TBPI**	**-10%**
Anfibios										
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC			X		X	X	
Rhinella marina	Sapo común		LC				X			
Cochranella granulosa			LC					X		
Sachatamia ilex	Rana de cristal		LC			X		X		
Teratohyla pulverata	Rana de cristal		LC			X				

[32] La clasificación de las coberturas vegetativas requirió una reclasificación entre el primer muestreo de campo y el segundo, lo que generó un falta de proporcionalidad en el esfuerzo de muestreo entre las distintas coberturas, se espera lograr una apropiada distribución de esfuerzo en los muestreos posteriores, que se deberá refleja en el informe final.
[33] Las especies registradas en esta clase de cobertura se dieron a través de consulta con el guía local y el personal de campo de los otros componentes del estudio.
[34] Las coordenadas de localización de cada especie se encuentran en la base de datos adjuntada.

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL	Tipos de cobertura					
					M	SM	SMPI	TB	TBPI	-10%
Teratohyla spinosa	Rana de cristal		LC					X		
Colostethus pratti	Rana terrestre		LC	VU	X					
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC			X		X	X	
Andinobates minutus	Rana terrestre		LC							
Silverstoneia nubicola	Rana terrestre			VU	X					
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC			X	X	X	X	
Craugastor sp1	Rana terrestre				X	X				
Craugastor sp2	Rana terrestre					X				
Craugastor sp3	Rana terrestre					X				
Diasporus diastema	Rana		LC			X				
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC			X		X		
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC			X	X			
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC				X			
Trachycephalus typhonius	Rana arbórea		LC							
Engystomops pustulosus	Túngara		LC				X			X
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC			X	X			
Lithobates warszewitschii	Rana verdadera		LC				X			
Pristimantis cruentus	Rana terrestre		LC		X	X		X		
Pristimantis ridens	Rana terrestre		LC		X					
Pristimantis sp1	Rana terrestre		LC			X				
Reptiles										
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC				X			
Corytophanes cristatus	Lagartija		LC			X				
Anolis aquaticus	Lagartija		LC			X				
Anolis capito	Lagartija		LC			X				
Anolis humilis	Lagartija		LC			X				
Anolis sp.	Lagartija				X					
Leposoma southi	Lagartija					X				
Holcosus festivus	Borriguero		LC				X			X
Corallus anullatus	Culebra		LC						X	
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC		X					
Ninia maculata	Culebra		LC							X
Sibon nebulatus	Culebra		LC			X				
Phrynonax poecilonotus	Culebra		LC						X	
Rhadinaea decorata	Culebra		LC		X					
Micrurus stewarti	Coral		LC			X				
Bothrops asper	Equis		LC			X				

Fuente: Elaborada por el consultor, 2017.

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016): M=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Montano; SM=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano; SMI=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano Poco Intervenido; TB= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas; TBPI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Poco Intervenido; TBI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido , SP= Sistema Productivo con

Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10-50%; SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos de 10%

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano (1,000-1,500)**

En esta clase de vegetación se registraron cinco especies de anfibios, incluidas en tres familias. Entre las especies registradas se encuentran dos miembros de la familia Dendrobatidae, siendo estas *Colostethus pratti* y *Silverstoneia nubicola*. Todos los miembros de esta familia poseen coloraciones aposemáticas (en un mayor o menor grado), es decir colores brillantes que sirven de advertencia de que el organismo es peligroso o tiene un sabor desagradable, y producen alcaloides liposolubles dérmicos altamente tóxicos (Daly et al. 1992). Entre los reptiles se registraron tres especies, distribuidas en dos familias, Colubridae y Dactyloidae; específicamente *Mastigodryas melanomolus* y *Rhadinaea decorata* en la primera familia, y *Anolis sp*., en la segunda.

Tabla 4-74
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1000-1500) del tramo alto del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Colostethus pratti	Rana terrestre		LC	VU
Silverstoneia nubicola	Rana terrestre			VU
Craugastor sp1	Rana terrestre			
Pristimantis cruentus	Rana terrestre		LC	
Pristimantis ridens	Rana terrestre		LC	
Anolis sp.				
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC	
Rhadinaea decorata	Culebra		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 – 1,000)**

La única localidad en el sitio de estudio con esta clase cobertura vegetal, se encuentra en las proximidades de la comunidad de Río Indio Nacimiento. En esta clase de vegetación se registraron 14 especies de anfibios, distribuidos en nueve familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-75). En esta cobertura se registró la presencia de una especie de la familia Ranidae, siendo esta *Teratohyla pulverata*. Esta familia se caracteriza por presentar un abdomen traslucido, que permite observar los órganos internos y corresponde a especies que habitan quebradas en áreas boscosas. Entre los reptiles se registraron nueve especies de reptiles, distribuidos en seis familias. Entre los reptiles registrados en esta cobertura se observó una de las culebras venenosas más comunes del país, la culebra "x" o terciopelo *Bothrops asper*.

Tabla 4-75
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1,000) del tramo alto del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC	
Sachatamia ilex	Rana de cristal		LC	
Teratohyla pulverata	Rana de cristal		LC	
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Craugastor sp1	Rana terrestre			
Craugastor sp2	Rana terrestre			
Craugastor sp3	Rana terrestre			
Diasporus diastema	Rana		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC	
Pristimantis cruentus	Rana terrestre		LC	
Pristimantis sp1	Rana terrestre		LC	
Reptiles				
Corytophanes cristatus	Lagartija		LC	
Anolis aquaticus	Lagartija		LC	
Anolis capito	Lagartija		LC	
Anolis humilis	Lagartija		LC	
Leposoma southi	Lagartija		LC	
Sibon nebulatus	Culebra		LC	
Micrurus stewarti	Coral		LC	
Bothrops asper	Equis		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano poco intervenido (500 – 1000)**

La localidad en el sitio de estudio visitada con esta clase cobertura vegetal, se encuentra en la comunidad de Río Indio Nacimiento. En esta vegetación, se registraron siete especies de anfibios, distribuidos en seis familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-76). Cabe mencionar la presencia de una especie de la familia Centrolinadea, *Lithobates warszewitschii*. Esta familia, denominada la familia de las ranas "verdaderas". Es una de las familias con mayor distribución en todo el continente americano. Entre los reptiles se registraron solo dos especies de reptiles. Siendo estos, el meracho común (*Basiliscus basiliscus*) y el borriguero de bosque (*Holcosus festivus).*

Tabla 4-76
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano poco intervenido del tramo alto del área de estudio.

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Rhinella marina	Sapo común		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC	
Engystomops pustulosus	Túngara		LC	
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC	
Lithobates warszewitschii	Rana verdadera		LC	
Reptiles				
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC	
Holcosus festivus	Borriguero		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (menor de 500)**

La localidad en el sitio de estudio visitada con esta clase cobertura vegetal, se encuentra en la comunidad de El Harino y próximo a Río Indio Nacimiento. Se registraron ocho especies de anfibios, distribuidos en siete familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-77). Entre las especies registradas, se encuentra una de las especies más comunes de anfibios en los ecosistemas boscosos de tierras bajas, la rana arborícola *Craugastor fitzingeri*. No se registraron reptiles durante el muestreo de campo.

Tabla 4-77
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas del tramo alto del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC	
Cochranella granulosa	Rana terrestre		LC	
Sachatamia ilex	Rana de cristal		LC	
Teratohyla spinosa	Rana de cristal		LC	

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Pristimantis cruentus	Rana terrestre		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (menor de 500)**

La localidad en el sitio de estudio visitada con esta clase cobertura vegetal, se encuentra en la comunidad de Río Indio Nacimiento. Se identificaron tres especies de anfibios, distribuidos en tres familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-78). Entre las especies registradas se encuentra la rana arborícola *Agalychnis callidryas*, una de las especies más emblemáticas del trópico Mesoamericano por sus vibrantes colores. Entre los reptiles se registraron dos especies, una falsa coral (*Corallus anullatus*) y el colúbrido (*Phrynonax poecilonotus*).

Tabla 4-78
Lista de especies de herpetofauna en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo alto del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC	
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Reptiles				
Corallus anullatus	Culebra		LC	
Phrynonax poecilonotus	Culebra		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%)**

La localidad en el sitio de estudio visitada para esta clase de uso de suelo, se encuentra en la comunidad de Río Indio Nacimiento. En este tipo de uso de suelo, sólo se registró la presencia de una de los sapitos más comunes en las charcas de áreas abiertas, la conocida ranita túngara (*Engystomops pustulosus*) de la familia Leiuperidae (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-79). Entre los reptiles se registraron dos especies, el borriguero (*Holcosus festivus*) y la culebra no venenosa, *Ninia maculata.* La cual se distribuye desde el Este de Honduras hasta el Este y Centro de Panamá (Khöler, 2008).

Tabla 4-79

Lista de especies de herpetofauna en el B Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%) bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo alto del área de estudio.

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Engystomops pustulosus	Túngara		LC	
Reptiles				
Holcosus festivus	Borriguero		LC	
Ninia maculata	Culebra		LC	

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

Tramo medio

En el tramo medio del sitio de estudio se visitaron las coberturas en el área de la comunidad de Tres Hermanas. Se registró un total de 14 especies de anfibios, distribuidos en cinco familias y 11 géneros (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-80). Entre los reptiles se registró la presencia de 15 especies, distribuidas en ocho familias y 11 géneros. La tabla 4-80 presenta las especies registradas en este tramo y por tipo de cobertura y uso de suelo, posteriormente se discuten los resultados por cobertura.

Tabla 4-80
Lista de especies de herpetofauna en el tramo medio del área de estudio

Especie	Nombre Común	Estado de conservación			Tipos de cobertura			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**	**TB**	**TBPI**	**10-50%**	**-10%**
Rhinella marina	Sapo común		LC			X	X	X
Cochranella granulosa			LC				X	
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC		X	X		
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC				X	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC			X	X	X
Dendropsophus microcephalus	Rana arbórea		LC					X
Hypsiboas rosenbergi	Rana arbórea		LC			X		X
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC			X		X
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC			X	X	X
Scinax sp1	Rana arbórea					X		
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC			X		
Engystomops pustulosus	Túngara		LC			X		X
Leptodactylus bolivianus	Rana terrestre		LC			X		
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC			X		X
Reptiles								
Caiman crocodilus	Caimán, babillo	II	LR/lc	VU		X		X
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC			X		X
Anolis auratus	Lagartija		LC					X

Especie	Nombre Común	Estado de conservación			Tipos de cobertura			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**	**TB**	**TBPI**	**10-50%**	**-10%**
Anolis humilis	Lagartija		LC					X
Anolis limifrons	Lagartija		LC		X			
Anolis tropidogaster	Lagartija		LC		X			
Iguana iguana	Iguana verde	II	LC			X		
Gonatodes albogularis	Mata caballo		LC					X
Sphaerodactylus lineolatus	Lagartija		LC			X		
Ameiva ameiva	Borriguero común		LC			X		
Holcosus quadrilineatus	Borriguero		LC			X		
Holcosus festivus	Borriguero		LC			X	X	X
Chironius carinatus	Culebra		LC			X		
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC					X
Bothrops asper	Equis		LC			X		

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016): M=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Montano; SM=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano; SMI=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano Poco Intervenido; TB= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas; TBPI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Poco Intervenido; TBI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido, SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10-50%; SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos de 10%

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas**

En esta vegetación, visitada en el área de la comunidad de Tres Hermans, se registró una sola especie de anfibio (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-81), la rana de cristal (*Hyalinobatrachium fleischmanni*); la misma se distribuye desde el estado de Guerrero y Veracruz en México, a través de Centro América hasta Colombia. En el caso de los reptiles se registraron dos especies, correspondiendo a las lagartijas, *Anolis limifrons* y *Anolis tropidogaster*.

Tabla 4-81
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas del tramo medio del área de estudio

Especie	**Nombre Común**			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC	
Reptiles				
Anolis limifrons	Lagartija		LC	
Anolis tropidogaster	Lagartija		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrofilo tropical de tierras bajas poco intervenido**

Se registraron 11 especies de anfibios en las proximidades de la comunidad de Tres Hermanas, distribuidos en cinco familias (ver apéndice 1 en anexo 8 y tabla 4-82). La familia más representada en esta cobertura fue la Hylidae, una de las familias más heterogéneas, con unas 900 especies y subdividida en tres subfamilias. Entre los reptiles se registraron nueve especies, distribuidos en siete familias; en esta cobertura se registraron tres de las cuatro especies de borrigueros reportados para Panamá, siendo estas: *Ameiva ameiva*, *Holcosus quadrilineatus* y *Holcosus festivus*.

Tabla 4-82
Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo medio del área de estudio

Especie	**Nombre Común**			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**
Rhinella marina	Sapo común		LC	
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rosenbergi	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC	
Scinax sp1	Rana arbórea			
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC	
Engystomops pustulosus	Túngara		LC	
Leptodactylus bolivianus	Rana terrestre		LC	
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC	
Reptiles				
Caiman crocodilus	Caimán, babillo	II	LR/lc	VU
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC	
Iguana iguana	Iguana verde	II	LC	
Sphaerodactylus lineolatus	Lagartija		LC	
Ameiva ameiva	Borriguero común		LC	
Holcosus quadrilineatus	Borriguero		LC	
Holcosus festivus	Borriguero		LC	
Chironius carinatus	Culebra		LC	
Bothrops asper	Equis		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50%**

En este uso de suelo visitado en la proximidad de la comunidad de Tres Hermans, se registraron cinco especies de anfibios, distribuidos en cuatro familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-83). Uno de los anfibios registrados fue la rana arbórea *Scinax boulengeri*, la mayor parte de los miembros de este género corresponde a especies que se encuentran en Sur América, en Centro América solo hay seis especies (Khöler, 2011). En esta cobertura

solo se registró la presencia de un solo reptil siendo este el borriguero de bosque (*Holcosus festivus*), esta especie es mejor representante del grupo de reptiles en este tipo de uso de suelo.

Tabla 4-83
Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50% del tramo medio del área de estudio

Especie	**Nombre Común**			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**
Rhinella marina	Sapo común		LC	
Cochranella granulosa			LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC	
Reptiles				
Holcosus festivus	Borriguero		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%)**

Se registró la presencia de ocho especies de anfibios, distribuidos en cuatro familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-84). Entre las especies registradas se encuentra el sapo común (*Rhinella marina)*, el sapo más grande de Centro América, llegando a pesar hasta 1,5 kg y se le encuentra con frecuencia en hábitats alterados severamente por el hombre. En esta clase de uso de suelo se registraron seis especies de reptiles, distribuidos en seis de familias. Entre las especies registradas se encuentra la lagartija conocida en Panamá, como mata caballo (*Gonatodes albogularis*), esta especie fue desplazada de las zonas urbanas, por especies invasoras asiáticas como la cachora (*Hemidactylus lugubris*).

Tabla 4-84
Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos del 10% del tramo medio del área de estudio.

Especie	**Nombre Común**			
Anfibios		**CITES**	**IUCN**	**EPL**
Rhinella marina	Sapo común		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Dendropsophus microcephalus	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rosenbergi	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC	
Engystomops pustulosus	Túngara		LC	
Leptodactylus fragilis	Rana terrestre		LC	
Reptiles				
Caiman crocodilus	Caimán, babillo	II	LR/lc	VU
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC	

Especie	Nombre Común			
Anolis auratus	Lagartija		LC	
Anolis humilis	Lagartija		LC	
Gonatodes albogularis	Mata caballo		LC	
Holcosus festivus	Borriguero		LC	
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

Tramo bajo

Las localidades visitadas para levantar la información correspondiente a las especies de esta sección del área de estudio correspondieron a la comunidad de Santa Rosa y la desembocadura del río Indio. Se registró un total de 20 especies de anfibios, distribuidos en seis familias y 16 géneros (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-85). Entre los reptiles se registró la presencia de 15 especies, distribuidas en nueve familias y 14 géneros. La tabla 4-81 presenta las especies registradas en este tramo y por tipo de cobertura y uso de suelo, posteriormente se discuten los resultados por cobertura.

Tabla 4-85
Lista de especies de herpetofauna en el tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL	TB	TBPI	TBBI	10-50%	-10%	Palmar	Manglar
Anfibios											
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC		X						
Cochranella granulosa	Rana de cristal		LC		X	X	X	X			
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC		X	X	X	X			
Sachatamia ilex	Rana de cristal		LC		X						
Teratohyla spinosa	Rana de cristal		LC					X			
Andinobates minutus	Rana terrestre		LC		X	X	X	X			
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC			X					
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC			X	X	X			
Diasporus diastema	Rana		LC			X					
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC					X	X		
Dendropsophus ebraccatus	Rana arbórea		LC						X		
Dendropsophus microcephalus	Rana arbórea		LC						X		
Dendropsophus phlebodes	Rana arbórea		LC						X		
Hypsiboas rosenbergi	Rana arbórea		LC			X					

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL	TB	TBPI	TBBI	10-50%	-10%	Palmar	Manglar
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC		X	X			X		
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC			X			X		
Scinax sp1	Rana arbórea					X					
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC			X					
Trachycephalus typhonius	Rana arbórea		LC					X	X		
Engystomops pustulosus	Túngara		LC						X		
Reptiles											
Caiman crocodilus	Caimán, babillo	II	LR/lc	VU	X					X	
Crocodylus acutus	Cocodrilo	I	VU	VU						X	
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC				X				
Corytophanes cristatus			LC					X			
Anolis capito	Lagartija		LC		X						
Anolis frenatus	Lagartija		LC							X	
Thecadactylus rapicauda	Gecko		LC							X	
Ctenosaura similis	Lagartija		LC								X
Iguana iguana	Iguana verde	II	LC				X				
Ameiva ameiva	Borriguero común		LC					X	X		
Holcosus quadrilineatus	Borriguero		LC						X		
Boa constrictor	Boa	II	VU	VU						X	
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC						X		
Micrurus stewarti	Coral		LC	EN							
Lachesis stenophrys	Verrugosa		LC	VU							

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre. UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016): M=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Montano; SM=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano; SMI=Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical SubMontano Poco Intervenido; TB= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas; TBPI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Poco Intervenido; TBI= Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido, SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10-50%; SP= Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de menos de 10%

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido**

Se registraron 12 especies de anfibios, distribuidas en cinco familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-86). Entre las especies registradas, se encuentra la rana arborícola (*Andinobates minutus)*, una especie con una distribución binacional que va desde el área central de Panamá hasta la costa de Colombia. No se registraron especies de reptiles durante el muestreo; esta ausencia de especies, tal como se describe en mayor detalle en la sección de discusión, solo refleja insuficiente esfuerzo de muestreo.

Tabla 4-86

Lista de especies de herpetofauna en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido del tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Allobates talamancae	Rana terrestre		LC	
Cochranella granulosa			LC	
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC	
Andinobates minutus	Rana terrestre		LC	
Silverstoneia flotator	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Diasporus diastema	Rana		LC	
Hypsiboas rosenbergi	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC	
Scinax sp1	Rana arbórea			
Smilisca phaeota	Rana arbórea		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas bastante intervenido**

En esta clase de vegetación se registraron cuatro especies de anfibios, distribuidas en cuatro familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-87). Entre las especies registradas se encuentra la rana arborícola (*Andinobates minutus*), una especie con una distribución binacional que va desde el área central de Panamá hasta la costa de Colombia. Entre los reptiles se registraron dos especies, el meracho meracho común (*Basiliscuus basiliscus*) y la iguana verde (*Iguana iguana*).

Tabla 4-87

Lista de especies de herpetofauna en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas bastante intervenido del tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Cochranella granulosa			LC	
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC	
Andinobates minutus	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Reptiles				
Basiliscus basiliscus	Meracho común		LC	
Iguana iguana	Iguana verde	II	LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50%**

En este uso de suelo, se registraron siete especies de anfibios (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-88), distribuidos en tres familias, siendo estas la Centrolenidae, Dendroba tidae e Hylidae. Entre las especies registradas se encuentra una especie complejo, *Trachycephalus typhonius*. Una especie complejo es un grupo de especies estrechamente relacionadas, donde la línea de demarcación precisa entre ellas es a menudo poco clara o críptica, lo que hace que sean clasificadas erróneamente como una sola especie. En cuanto a reptiles, en este uso de suelo se registró la presencia de dos reptiles, el borriguero común (*Ameiva ameiva*) y la lagartija (*Corytophanes cristatus*).

Tabla 4-88
Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa de 10 a 50% del tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Cochranella granulosa	Rana de cristal		LC	
Hyalinobatrachium fleischmanni	Rana de cristal		LC	
Teratohyla spinosa	Rana de cristal		LC	
Andinobates minutus	Rana terrestre		LC	
Craugastor fitzingeri	Rana terrestre		LC	
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Trachycephalus typhonius	Rana arbórea		LC	
Reptiles				
Corytophanes cristatus	Lagartija		LC	
Ameiva ameiva	Borriguero común		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%)**

Se registraron ocho especies de anfibios, distribuidas en dos familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-89). Con la excepción de una sola especie, todas las especies registradas pertenecen a la familia Hylidae. Esta familia se caracteriza por tener cojinetes esféricos adhesivos que les permiten ascender fácilmente por la vegetación, tendiendo a ser nocturnos y terrestres. Entre los reptiles, se registró la presencia de tres especies, distribuidos en dos familias. Las especies registradas fueron los borrigueros: *Ameiva ameiva y Holcosus quadrilineatus*, y la culebra *Mastigodryas melanomolus*.

Tabla 4-89

Lista de especies de herpetofauna en el Sistema Productivo con Vegetación Leñosa Natural o Espontánea Significativa (menos al 10%) del tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Anfibios				
Agalychnis callidryas	Rana arbórea		LC	
Dendropsophus ebraccatus	Rana arbórea		LC	
Dendropsophus microcephalus	Rana arbórea		LC	
Dendropsophus phlebodes	Rana arbórea		LC	
Hypsiboas rufitelus	Rana arbórea		LC	
Scinax boulengeri	Rana arbórea		LC	
Trachycephalus typhonius	Rana arbórea		LC	
Engystomops pustulosus	Túngara		LC	
Reptiles				
Ameiva ameiva	Borriguero común		LC	
Holcosus quadrilineatus	Borriguero		LC	
Mastigodryas melanomolus	Culebra		LC	

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Palmar**

Durante el muestreo de campo, no se registraron especies de anfibios. En esta cobertura se registró la presencia de cuatro especies de reptiles, distribuidos en cuatro familias (ver apéndice 1 en el anexo 8 y tabla 4-90). Se registró la presencia de los dos lagartos reportados para Panamá, siendo estosel babillo (*Crocodylus acutus*) y el *cocodrilo (Caiman crocodilus*), ambas especies protegidas por las normas de vida silvestre del país; de forma más específica la Resolución N° DM-0657-2016 del 16 de diciembre del 2016 publicado en la Gaceta Oficial de Panamá 28187 – A, entre otras.

Tabla 4-90

Lista de especies de herpetofauna en el Palmar del tramo bajo del área de estudio

Especie	Nombre Común	CITES	IUCN	EPL
Reptiles				
Caiman crocodilus	Caimán, babillo	II	LR/lc	VU
Crocodylus acutus	Cocodrilo	I	VU	VU
Anolis frenatus	Lagartija		LC	
Thecadactylus rapicauda	Gecko		LC	
Boa constrictor	Boa	II	VU	VU

Leyenda: CITES: Convención internacional sobre el tráfico de Fauna Silvestre.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
EPL: Especies protegidas por ley (MiAmbiente 2016)

- **Manglar**

Esta cobertura vegetal no fue visitada durante las actividades de campo. Sin embargo, a través de entrevistas con representantes de la comunidad y miembros del equipo de campo, se reportó la presencia de la iguana negra (*Ctenosaura similis*).

Análisis de resultados

La herpetofauna de Panamá se encuentra entre las más grandes de Centro América, y es especialmente notable por ser un país que cuenta con una limitada extensión geográfica (Jaramillo et. al, 2010). El esfuerzo de muestreo realizado fue definido para cada tramo de la cuenca, considerando el mapa de vegetación según UNESCO y de cobertura boscosa y uso de suelo de 2017; en base a los esfuerzos establecidos se han registrado 33 anfibios y 39 reptiles. Basado en los datos recabados hasta el momento, la mayor parte de las especies registradas hasta el momento, corresponden a especies de amplio ámbito hogareño. Estas son especies con pocas restricciones de hábitat y por ende se les puede observar en diversos tipos de cobertura con sus respectivos estados sucesionales. Considerando los esfuerzos de muestreo realizados, los resultados podrían interpretarse como una zona de gran intervención humana, que ha resultado en el cambio de los hábitats naturales, a usos de suelo que no contienen especies con características más restrictivas. Se requiere más esfuerzo de campo para poder tener una imagen clara de la situación en los diferentes tramos de la cuenca de río Indio.

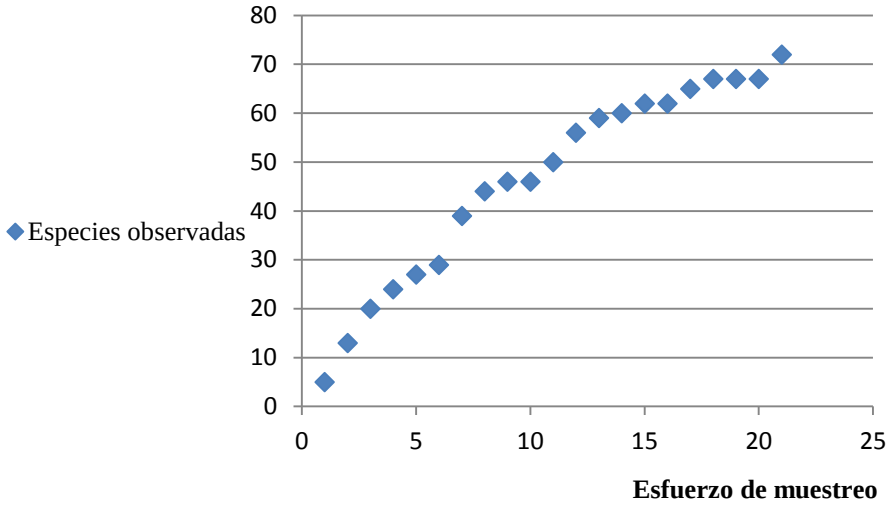
Los patrones fisiográficos de distribución de la herpetofauna panameña tienen como eje principal la Cordillera Central, la cual divide la vertiente del Caribe de la del Pacífico, y que, simultáneamente, crea segmentos que separan las regiones del Este del Oeste, lo que establece cuatro regiones básicas o principales en el país. El área de estudio forma parte de la región panameña de las tierras bajas del Caribe, con una diversidad de 151 especies de anfibios y reptiles, y que, a su vez, forma de una región de mayor tamaño que nace desde Nicaragua (Wilson & Johnson, 2010). Sin embargo, este listado incluye algunas especies de las cuales se carece suficiente información para establecer una apropiada distribución geográfica y de las que se tienen pocas localizaciones, lo cual ocurre especialmente con nuevas especies.

Una proyección más razonable del número de especies potencialmente esperado para el área de estudio es revisar las distribuciones conocidas de las especies de Herpetofauna de Panamá. Sin embargo, es importante mantener presente que existe un factor desconocido no incorporado en la cifra, que corresponde a las especies raras y de las cuales se tiene poca información. En base a las distribuciones conocidas de anfibios y reptiles en Panamá (Khöler (2011, 2008), en el sitio de estudio potencialmente están presentes 125 especies, de los cuales 41 son anfibios y 84 reptiles. Hasta el momento se han registrado 67 especies (excluyendo aquellas especies que fueron reconocidas solo hasta nivel de género), lo que equivale al 54% de las potenciales especies en la región.

La riqueza de especies es considerada una de las principales variables descriptivas de la biodiversidad; sin embargo, es imposible registrar la totalidad de especies presentes en un área determinada. Una forma estandarizada de determinar la riqueza es elaborar una curva

de acumulación de especies. Esta herramienta, que mide el número de especies en base al esfuerzo de muestreo empleado, no solo permite hacer comparaciones entre diferentes estudios con metodologías distintas, sino que facilitan la planificación del esfuerzo de muestreo. Al analizar los resultados obtenidos en el muestro realizado hasta el momento, la curva sigue manteniendo una significativa pendiente, sin dar muestras de una clara forma asintótica, tal como muestra la siguiente gráfica.

Gráfica 4-41
Curva de acumulación de especies de herpetofauna para el área de estudio



Al hacer un análisis de los datos obtenidos en relación a los índices de dominancia y diversidad de Simpson encontramos que D=0.042 y I-D=0.9578. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Los datos demuestran una baja dominancia y la diversidad del sitio en general es muy alta, en relación a los datos obtenidos hasta el momento.

Analizando los datos a través del Índice de Diversidad de Shannon (H), el mismo nos arroja una H= 3.60 y Hmax = 1.07, por lo que la equitatividad sería 3.37 (H7Hmax). Este índice en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. En este sentido, el sitio de muestreo tiene una alta diversidad.

4.2.2.2 Aves

Panamá tiene una avifauna que supera la de Canadá y Estados Unidos juntos, con unas 1,002 especies reconocidas hasta el presente. Las aves panameñas incluyen también unas 12 especies endémicas nacionales y otras 107 endémicas regionales, y según su permanencia en el país las hay migratorias, pelágicas, casuales y vagabundas, que junto a las especies residentes conforman la diversidad de aves del istmo (Ridgely & Gwynne 1993, Angehr et al. 2008). La rica diversidad de fauna de Panamá se atribuye a su singular ubicación geográfica que se ha convertido en el escenario de las más importantes investigaciones sobre cientos de especies de flora y fauna de las regiones tropicales (Ponce & Muschett 2006). No obstante, todavía hay regiones en el país donde no se conoce bien su avifauna, lo que se debe en gran parte a que hay zonas de difícil acceso donde los biólogos no han podido trabajar.

De hecho, son pocas las provincias en Panamá que cuentan con un inventario detallado sobre sus aves, sobre su distribución, tipos de hábitat y su abundancia. Sin embargo, hay un gran esfuerzo por conocer la historia de la avifauna en Panamá como los realizados por la Universidad de Panamá, ANCON, MiAMBIENTE, Sociedad Audubón, Smithsonian, entre otras que han hecho estudios de las aves en diferentes áreas del país.

El estudio tiene por finalidad ampliar y actualizar la línea base ambiental de la cuenca, y en este caso, trata sobre la diversidad y abundancia de aves que componen el tramo alto, medio y bajo de río Indio. La única referencia específica para la zona, es la de Garcés & Angehr (2006), que compilaron información en el marco de los inventarios de fauna para los estudios de la antigua denominada Región Occidental, en el año 2003 (The Louis Berger Group Inc., Universidad de Panamá y el Smithsonian Tropical Research Institute, para la Autoridad del Canal de Panamá), estudio en el cual reportan para la región un total de 205 especies.

A continuación se presentan los resultados de los inventarios realizados durante la estación lluviosa para las aves de la cuenca de río Indio. Este inventario abarcó los tramos alto, medio y bajo.

En río Indio en los tramos alto, medio y bajo con un esfuerzo de muestreo de 165.36 horas/hombre con el método de búsqueda generalizada y 323.3 horas/redes se registró un total de 1,192 individuos, 198 especies de aves, 44 familias más un *Incertae Sedis* (familia por definir taxonómicamente) y 19 órdenes. Passeriformes fue el orden más representativo con 122 especies (61%), 21 familias más un Incertae Sedis. Tyrannidae, Thraupidae y Trochilidae fueron las familias más diversas con 29, 21 y 15 especies respectivamente. Se registraron 20 especies migratorias y una especie migratoria/ local el elanio tijereta (*Elanoides forficatus*) (tabla 4-91).

El tramo bajo con 116 especies fue el más diverso, seguido del tramo alto con 110 especies y por último el tramo medio con 93 especies. Un total de 28 especies fueron observadas en los tres tramos, unas de ellas fueron la paisana (*Ortalis cinereiceps*), el tero sureño (*Vanellus chilensis*), el ermitaño colilargo (*Phaethornis longirostris*), el ermitaño chico (*Phaethornis striigularis*), la ninfa coronada (*Thalurania colombica*), el tucán pico iris *(Ramphastos sulfuratus*) y el loro cabeciazul (*Pionus menstruus*) (tabla 4-91).

Se estimó el índice de similitud para comparar el grado de parecido entre las avifaunas de los tres tramos. La mayor similitud se obtuvo entre el tramo alto y medio, con un 24.63% de parecido. Entre el tramo alto y bajo la similitud fue del 8.8% y entre el tramo medio y bajo fue de 15.00%. En términos generales, la similitud entre los tramos fue baja, lo que en cierta manera puede ser un reflejo del alto grado de heterogeneidad de los hábitats peresentes en la cuenca de río Indio.

La riqueza específica durante la estación lluviosa fue alta, considerando que se observó cerca del 20% de la avifauna conocida para Panamá. Se estimó la diversidad por medio del índice de Shannon -Wiener y resultó alto (*H*' = 4.73), lo que es parte refleja la poca dominancia de las especies observadas. Este último valor de dominancia, según el índice de Simpson (λ = 0,0122) resultó bajo dada la distribución bastante equitativa de los individuos por cada especie.

Tabla 4-91
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo alto, medio y bajo de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	3	X	X	
		Crypturellus soui	Tinamú chico	2			X
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	21	X	X	X
Suliformes	Phalocrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	8			X
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga	2			X
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	Garza-tigre castaña	2		X	X
		Ardea alba	Garceta grande	2		X	X
		Egretta thula	*Garceta nívea*	8		X	X
		Egretta caerulea	*Garza azul chica*	6		X	X
		Bubulcus ibis	Garza bueyera	4		X	X
		Butorides virescens	Garza verde	1		X	
		Cochlearius cochlearius	Garza cucharón	8			X
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	14		X	
		Cathartes aura	Gallinazo cabecirrojo	5		X	X
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora*	1			X
	Accipitridae	*Elanoides forficatus* * *	Elanio tijereta	15	X		
		Harpagus bidentatus	Elanio bidentado	1			X
		Ictinia plumbea *	Elanio plomizo	1	X		
		Cryptoleucopteryx plumbea	Gavilán plomizo	1	X		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
		Buteogallus urubitinga	Gavilán-negro mayor	1			X
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	3		X	X
		*Buteo platypterus**	Gavilán aludo	2	X	X	
		Buteo brachyurus	Gavilán colicorto	1	X		
		Buteo albonotatus	Gavilán colifajeado	1		X	
		Morphnus guianensis	Águila crestada	2	X		X
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	9	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	2		X	X
		Columbina talpacoti	Tortolita rojiza	2		X	X
		Claravis pretiosa	Tortolita azul	1			X
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	23	X	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	2	X	X	
		Crotophaga major	Garrapatero mayor	3			X
		Crotophaga ani	Garrapatero piquiliso	19	X	X	X
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho moteado	1			X
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Añapero mayor	1		X	
		Lurocalis semitorquatus	Añapero colicorto	1			X
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	Nictibio común	1		X	
Apodiformes	Apodidae	*Stretoprocne zonaris*	Vencejo cuelliblanco	18	X		
	Trochilidae	*Florisuga mellivora*	Jacobino nuquiblanco	3	X	X	
		Eutoxeres aquila	Pico de hoz puntiblanco	2	X		
		Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	2		X	X
		Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	3	X		X
		Phaethornis guy	Ermitaño verde	6	X		
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	22	X	X	X
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	12	X	X	X
		Heliothryx barroti	Hada coronipúrpura	1	X		
		Lampornis calolaemus	Colibrí-montañés gorguimorado	1	X		
		Chlorostilbon assimilis	Esmeralda jardinera	1			X
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	10	X	X	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
		Thalurania colombica	Ninfa coronada	10	X	X	X
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	1		X	
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	6	X	X	X
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	5	X	X	
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	5	X	X	X
		Trogon chionurus	Trogón coliblanco	1			X
		Trogon caligatus	Trogon enligado	3	X		X
		Trogon rufus	Trogón gorguinegro	1			X
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto coroniazul	1	X		
		Barypthengus martii	Momoto rufo	3	X		X
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	4	X		X
	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín pescador grande	1			X
		Chloroceryle amazona	Martín pescador amazónico	1			X
		Chloroceryle americana	Martín pescador verde	1		X	
Piciformes	Ramphastidae	*Aulacorhynchus caeruleogularis*	Tucancillo verde	1	X		
		Pteroglossus torquatus	Tucancillo collarejo	4	X		X
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	46	X	X	X
	Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero carinegro	2			X
		Melanerpes rubricapillus	Carpintero coronirrojo	12	X	X	X
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1			X
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarillo	18		X	
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	9	X		
		Touit dilectissimus	Periquito frentiazul	20	X		
		Pyrilia haematotis	Loro cabecipardo	12	X	X	
		Pionus menstruus	Loro cabeciazul	46	X	X	X
		Amazona autumnalis	Loro frentirrojo	4			X
		Amazona ochrocephala	Amazona coroniamarillo	10	X		
Passeriformes	Thamnophilidae	*Cymbilaimus lineatus*	Batará lineado	1			X
		Thamnophilus doliatus	Batará barreteado	5	X		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
		Thamnophilus atrinucha	Batará pizarroso	12	X	X	X
		Dysithamnus puncticeps	Batarito coronipunteado	4	X		
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	9	X	X	
		Epinecrophylla fulviventris	Hormiguero leonado	2			X
		Microrhopias quixensis	Hormiguerito alipunteado	6		X	X
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	14	X	X	X
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	2	X		
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	6	X		
	Formicariidae	*Formicarius analis*	Formicario carinegro	2			X
	Furnariidae	*Sclerurus guatemalensis*	Tirahojas Gorguiescamoso	1			X
		Dendrocincla fuliginosa	Trepatroncos rojizo	2	X		X
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	13	X	X	X
		Xiphorhynchus susurrans	Trepatroncos gorgianteado	9	X		X
		Dendroplex picus	Tretatroncos piquirecto	1			X
		Premnoplex brunnescens	Subepalo moteado	2	X		
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	4		X	X
		Camptostoma obsoletum	Tiranolete silbador sureño	1	X		
		Tyrannulus elatus	Tiranolete coroniamarillo	3			X
		Elaenia flavogaster	Elenia penachuda	6	X	X	X
		Mionectes olivaceus	Mosquerito olivilistado	4	X		
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	5	X	X	X
		Leptopogon amaurocephalus	Mosquerito gorrisepia	1		X	
		Zimmerius vilissimus	Tiranolete cejigris	1			X
		Lophotriccus pileatus	Tirano-enano crestiescamado	1	X		
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	8		X	X
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	8	X	X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplano oliváceo	4	X		X
		Platyrinchus mystaceus	Picochato gorguiblanco	1	X		
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	6	X	X	
		Myiobius sulphureipygius	Mosquerito lomiamarillo	15	X		
		Mitrephanes phaeocercus	Mosquerito-moñudo común	2	X		
		*Contopus virens**	Pibí oriental	5	X		X
		Contopus cinereus	Pibí tropical	2	X		X
		*Empidonax virescens**	Mosquerito verdoso	1			X
		Colonia colonus	Tirano colilargo	1			X
		Attila spadiceus	Atila lomiamarilla	1			X
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	2	X		X
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	5	X	X	X
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	24	X	X	X
		Megarynchus pitangua	Mosquero picudo	2			X
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	9	X	X	X
		Myiozetetes similis	Mosquero social	*1*			X
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	2		X	X
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	29	X	X	X
	Tityridae	*Tityra semisfaciata*	Titira enmascarada	2			X
		Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón canelo	1			X
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	1			X
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	2			X
	Pipridae	*Corapipo altera*	Saltarín gorgiblanco	2	X		
		Lepidothrix coronata	Saltarín coroniceleste	1	X		
		Manacus vitellinus	Saltarín cuellidorado	18	X	X	X
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	12	X	X	X
	Vireonidae	*Vireo fravifrons**	Vireo pechiamarillo	1		X	
		*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	3		X	X

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	9		X	X
	Hirundinidae	*Stelgidopteryx ruficollis*	Golondrina Alirrasposa Sureña	1		X	
		*Hirundo rustica**	Golondrina tijereta	6	X	X	
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	13	X	X	X
		Troglodytes aedon	Soterrey común	14	X	X	
		Pheugopedius fasciatoventris	Soterrey ventrinegro	1			X
		Cantorchilus nigricapillus	Soterrey castaño	8	X	X	X
		Cantorchilus leucotis	Soterrey pechianteado	1	X		
		Henicorhina leucosticta	Soterrey selvático pechiblanco	10	X		X
		Henicorhina leucophrys	Sotorrey-selvático pechigrís	6	X		
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	4	X	X	
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	3	X	X	
		Polioptila plumbea	Perlita tropical	5		X	X
	Turdidae	*Catharus minimus**	Zorzal carigris	2			X
		*Catharus ustulatus**	Zorzal de Swainson	3	X		
		Turdus grayi	Mirlo pardo	18	X	X	X
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte tropical	2		X	
	Parulidae	*Parkesia noveboracensis**	Reinita-acuática norteña	3		X	X
		Vermivora chrysoptera	Reinita alidorada	1			X
		*Protonotaria citrea**	Reinita protonotaria	2			X
		*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	4		X	X
		*Setophaga ruticilla**	Candelita norteña	2			X
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	3			X
		*Setophaga fusca**	Reinita gorguinaranja	1	X		
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	4		X	X
		*Setophaga pensylvanica**	Reinita flanquicastaña	2			X
		Basileuterus rufifrons	Reinita gorricastaña	6	X		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara azuleja	14	X	X	
		Thraupis palmarum	Tángara palmera	15	X		X
		Tangara larvata	Tangara capuchidorada	8		X	X
		Tangara inornata	Tángara cenicienta	26	X	X	
		Tangara gyrola	Tángara cabecibaya	1	X		
		Tangara icterocephala	Tangara goliplata	2	X		
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	2		X	
		Chrysothlypis chrysomelas	Tángara negriamarilla	1	X		
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	4	X	X	
		Tachyphonus luctuosus	Tangara hombriblanca	7		X	X
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	19	X		
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	17	X		
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	17	X	X	
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	4		X	
		Dacnis cayana	Dacnis azul	3		X	
		Coereba flaveola	Reinita mielera	5	X	X	X
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	5	X	X	X
		Sporophila funerea	Semillero menor	1	X		
		Sporophila corvina	Espiguero variable	13	X	X	
		Sporophila nigricollis	Espiguero ventriamarillo	3	X		
		Saltator maximus	Saltador Gorguianteado	2		X	X
	Incertae Sedis	*Mitrospingus cassinii*	Tángar carinegruzca	1			X
	Emberizidae	*Arremon aurantiirostris*	Gorrión piquinaranja	3	X		
		Arremonops conirostris	Gorrión negrilistado	5	X	X	
		Chlorospingus flavopectus	Clorospingus común	6	X		
	Cardinalidae	*Piranga flava**	Tángara bermeja	2	X		
		*Piranga rubra**	Tángara veranera	4	X	X	X
		Habia fuscicauda	Tangara hormiguera hombrirroja	3		X	
		Cyanocompsa cyanoides	Picogrueso negriazulado	2	X		

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos	Tramo		
					Alto	Medio	Bajo
	Icteridae	*Sturnella militaris*	*Pastorero pechirrojo*	*1*		X	
		Icterus chrysater	Bolsero dorsiamarillo	1			X
		Icterus galbula	Bolsero de Baltimore	2		X	
		Cacicus cela	Cacique lomiamarillo	8			X
		Psarocolius decumanus	Oropéndola crestada	41	X		X
		Psarocolius wagleri	Oropéndula cabecicastaña	2			X
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia conoriamarilla	21	X	X	X
		Euphonia laniirostris	Eufonia piquigruesa	4	X	X	
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	4		X	X
		Euphonia anneae	Eufonia gorricanela		X		

Tramo Alto

En el tramo alto de río Indio se reportó un total de 110 especies que representan el 11.0% del total de aves reportadas para Panamá y el 52% de las especies registradas por Garcés & Angehr (2006). Se obtuvieron registros de 575 individuos, pertenecientes a 118 especies, 92 géneros, 28 familias y 12 órdenes (tabla 4-89). Del total de especies registradas especies de aves ocho son migratorias estrictas y una especie es migratoria/local, es decir tienen poblaciones que anidan en Panamá y a su vez migran. El orden mejor representado fue Passeriformes con 14 familias, 61 géneros, 74 especies y 344 individuos.

Las familias con mayor cantidad de especies fueron Tyrannidae, Thraupidae y Trochilidae con 18, 17 y 10 especies, respectivamente. Las especies más abundantes correspondieron al tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*), tángara crestinaranja (*Tachyphonus delatrii*), vencejo cuelliblanco (*Streptoprocne zonaris*), tángara lomiflama (*Ramphocelus flammigerus*), tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*), elanio tijereta (*Elanoides forficatus*) y el mosquerito lomiamarillo (*Myiobius sulphureipygius*) (tabla 4-89).

Según el tipo de cobertura, el sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) fue el más diverso con 43 especies, seguido del Bosque maduro (500-1,000) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1000) (BM) con 35 especies, le siguió el bosque montano con 33 especies. Seguido de la vegetación del sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menor del 10% (SPA -10%) con 32 especies, seguido del bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) con 31 especies y por último el bosque perennifolio ombrófilo tropical poco intervenido con seis especies (tabla 4-88).

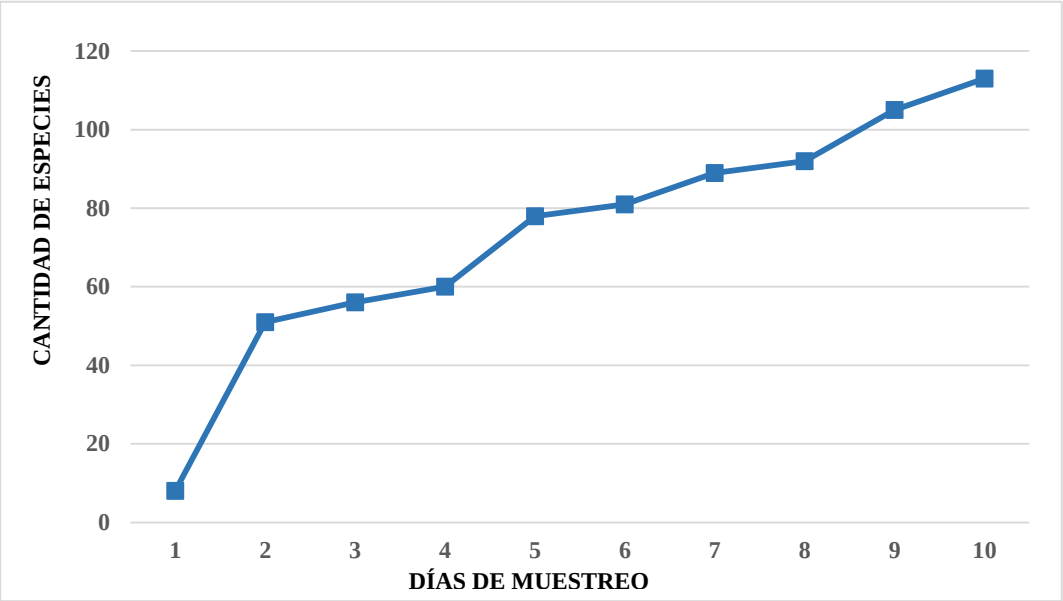
El sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% también fue el más abundante (140 individuos), seguido del Bosque maduro (500-1,000) Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000) con 117 individuos, sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menor del 10% (119 individuos), el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (115 individuos) y de último el bosque montano con 81 individuos, (tabla 4-88).

Se observaron especies que prefirieron un solo tipo de vegetación como la chachalaca cabecigris (*Ortalis cirereiceps*) que se reportó solamente en el sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50%, el águila crestada (*Morphnus guianensis*) en el Bosque maduro (500-1,000) y Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000), el loro cabeciamarilla (*Amazona ochrocephala)* en el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido, el tucancillo verde *(Aulacorhynchus caeruleogularis)* en el bosque montano, el gavilán colicorto (*Buteo brachyurus*) y el semillerito negriazulado (*Volatinia jacarina*) en sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menor del 10% . Por otro lado, el calzonario de Buffon (*Chalybura buffonii*) estuvo presente en los cuatro de los cinco tipos de cobertura boscosa (tabla 4-89).

De acuerdo a las especie en los diferentes tipos de cobertura, los datos obtenidos fueron similares a los de Garcés & Angehr (2006), donde se nota una similitud de especies, observadas y capturadas en los diferentes tipos de cobertura, estas especies observadas son predominantes en bosques intervenidos y rastrojos con vegetación arbustiva.

Respecto a la estimación de la riqueza de especies, la curva acumulativa muestra una tendencia hacia la asíntota, lo que daría una idea de una buena estimación de la riqueza para este tramo de la cuenca (gráfica 4-42). No obstante, un mayor esfuerzo todavía es necesario para lograr que la curva muestre una mejor estimación, lo que quedaría reflejado en un ascenso lento. Esa curva óptima se espera lograr en la temporada seca, donde el clima debe ser más favorable para los trabajos de campo. De los tres tramos inventariados, el tramo alto fue donde se obtuvo la mejor estimación de la riqueza de aves que habita en la región.

Gráfica 4-42
Curva acumulativa de especies en el tramo alto de la cuenca de río Indio



Aves migratorias

Se obtuvieron registros de nueve aves migratorias, una de ellas el elanio tijereta (*Elanoides forficatus*) y el elanio plomizo (*Ictinia plumbea*). El primero tiene poblaciones residentes y migratorias del Hemisferio Norte, mientras que el segundo es un migratorio neotropical, sobre el cual aún se deconoce a cabalidad sus patrones de movimientos (Ridgely & Gwynne 1993).

Tabla 4-92
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo alto de río Indio por tipo de vegetación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de Vegetación
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	1	BTTB,
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	5	SPA 10-50%
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	1	BM, SPA 10-50%, SPA-10%
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1	SPA 10-50
		Crotophaga ani	Garrapatero piquiliso	9	SPA-10%
Apodiformes	Apodidae	*Stretoprocne zonaris*	Vencejo cuelliblanco	18	BTTB, SPA-10%
	Trochilidae	*Eutoxeres aquila*	Pico de hoz puntiblanco	2	BMo, SPA 10-50%
		Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	1	BMo
		Phaethornis guy	Ermitaño verde	6	BM, BMo
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	8	BTTB, BTTB-PI,

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de Vegetación
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	7	BM, ,BMo BTTB
		Lampornis cololaemus	Colibrí-montañés gorguimorado	1	BMo
		Thalurania colombica	Ninfa coronada	8	BM,BMo, SPA 10-50%
		Florisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	1	BM,
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	4	BM, BTTB, SPA 10-50%
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	2	,SPA-10%
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	9	BM, BTTB, SPA-10%, SPA 10-50%
		Heliothryx barroti	Hada coronipúrpura	1	BM
Charadriformes	Charadridae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	5	SPA 10-50%
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus* * *	Elanio tijereta	15	BTTB, BTTB-PI
		Ictinia plumbea *	Elanio plomizo	1	BTTB
		*Buteo platypterus**	Gavilán aludo	1	BMo
		Cryptoleucopteryx plumbea	Gavilán plomizo	1	BTTB
		Buteo brachyurus	Gavilán colicorto	1	BTTB-PI
		Morphnus guianensis	Águila crestada	1	BM
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	3	BTTB
		Trogon caligatus	Trogon enligado	1	BMo
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto coroniazul	1	BMo
		Barypthengus martii	Momoto rufo	5	SPA 10-50%
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	1	SPA 10-50%
Piciformes	Ramphastidae	*Aulacorhynchus caeruleogularis*	Tucancillo verde	1	BMo
		Pteroglossus torquatus	Tucancillo collarejo	5	SPA -10%
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	39	BM, SPA -10%, SPA 10-50%
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	6	BM, BTTB,SPA -10%, SPA 10-50%
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	9	BTTB , SPA 10-50%
		Touit dilectissimus	Periquito frentiazul	20	BMo
		Pyrilia haematotis	Loro cabecipardo	10	SPA -10%
		Pionus mentruus	Loro cabeciazul	10	BTTB, SPA -10%
		Amazona ochrocephala	Amazona coroniamarillo	10	BTTB,
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barreteado	5	BM
		Thamnophilus atrinucha	Batará pizarroso	3	BTTB
		Dysithamnus puncticeps	Batarito coronipunteado	4	BM, BTTB
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	9	BM, BTTB

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de Vegetación
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	5	BM
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	2	BM, BTTB
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	6	BM, BTTB
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	7	BM, SPA -10%
		Dendrocincla fuliginosa	Trepatroncos rojizo	1	SPA -10%
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	7	BM, BTTB
		Premnoplex brunnescens	Subepalo moteado	2	BMo
	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	Tiranolete silbador sureño	1	SPA -10%
		Elaenia flavogaster	Elenia penachuda	2	SPA -10%, SPA 10-50%
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	3	BTTB, SPA 10-50%
		Mionectes olivaceus	Mosquerito olivilistado	4	SPA 10-50%,BMo
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	1	SPA -10%
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplano oliváceo	2	SPA 10-50%
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3	BTTB
		Myiobius sulphureipygius	Mosquerito lomiamarillo	15	SPA 10-25%
		Lophotriccus pileatus	Tirano-enano crestiescamado	1	BMo
		Platyrinchus mystaceus	Picochato gorguiblanco	1	BMo
		Mitrephanes phaeocercus	Mosquerito-moñudo común	2	BMo
		*Contopus virens**	Pibí oriental	5	SPA -10%,BMo
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1	SPA 10-50%
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1	SPA 10-50%
		Myiarchus crinitus	Copetón viajero	1	BMo
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	3	SPA -10%
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	6	SPA -10%, SPA 10-50%
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	16	BTTB, SPA-10%
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	5	BTTB, SPA 10-50%
		Corapipo altera	Saltarín gorgiblanco	2	SPA 10-50%,,BMo
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	8	BM, BTTB
		Lepidothrix coronata	Saltarín coroniceleste	1	BTTB
	Hirundinidae	*Hirundo rustica**	Golondrina tijereta	2	BMo
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	11	BM, SAP 10-50%,BMo
		Cantorchilus nigricapillus	Soterrey castaño	5	BM, SPA 10-50%

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de Vegetación
		Cantorchilus leucotis	Soterrey pechianteado	1	SPA 10-50%
		Troglodytes aedon	Soterrey común	7	BM, SPS SPA - 10%
		Henicorhina leucosticta	Soterrey selvático pechiblanco	8	BTTB, SPA 10-50%
		Henicorhina leucophrys	Sotorrey-selvático pechigrís	6	BMo
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	1	BM
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1	BM, SPA 10-50%,BMo
	Turdidae	*Catharus ustulatus**	Zorzal de Swainson	3	BMo
		Turdus grayi	Mirlo pardo	5	SPA 10-50%, SPA -10%
	Parulidae	*Setophaga fusca**	Reinita gorguinaranja	1	BMo
		Basileuterus rufifrons	Reinita gorricastaña	6	BM, SPA 10-50%
	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara azuleja	2	SPA -10%
		Thraupis palmarum	Tángara palmera	12	BM, BTTB, SPA 10-50%
		Coereba flaveola	Reinita mielera	3	, SPA 10-50%, SPA -10%
		Tangara inornata	Tángara cenicienta	3	SPA -10%
		Tangara gyrola	Tángara cabecibaya	1	SPA -10%
		Tangara icterocephala	Tangara goliplata	2	BMo
		Chrysothlypis chrysomelas	Tángara negriamarilla	1	BMo
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	19	BM, , SPA 10-50%, SPA -10%
		Mitrospingus cassini	Tángara carinegruzca	1	BM
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	8	BM, , SPA 10-50%, SPA -10%
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	17	BM, , SPA 10-50%, SPA -10%
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1	BMo
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	2	SPA -10%
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	1	SPA -10%
		Sporophila funerea	Semillero menor	1	SPA -10%
		Sporophila corvina	Espiguero variable	7	SPA 10-50%, SPA -10%
		Sporophila nigricollis	Espiguero ventriamarillo	3	SPA -10%
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	3	SPA 10-50%,
		Arremon aurantiirostris	Gorrión piquinaranja	3	SPA 10-50%,
		Chlorospingus flavopectus	Clorospingus común	6	BMo
	Cardinalidae	*Piranga flava**	Tángara bermeja	2	BMo
		*Piranga rubra**	Tángara veranera	1	BMo

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de Vegetación
		Cyanocompsa cyanoides	Picogrueso negriazulado	2	BTTB
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	33	BM, BTTB, SPA 10-50%
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	13	BM, , SPA 10-50%, SPA -10%, BMo
		Euphonia laniirostris	Eufonia piquigruesa	2	BTTB
		Euphonia anneae	Eufonia gorricanela	2	BMo

Fuente: Elaborado por el especialista en base a su resultados de campo. 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria ** Especie Migratoria/Local, **Tipo de Vegetación**: **BM** = **Bosque maduro (500-1000)** / **Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1000)**,**BTTB=** Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido **BTTB-PI** Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido**, SPA 10-50%**=Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50%, **SPA -10%**= Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa menor del 10%, **BMo=**Bosque Montano

- **Bosque Montano**

En la búsqueda generalizada con esfuerzo de 15.50 horas/hombre en el bosque montano se registra un total de 33 especies distribuidas en siete órdenes, 18 familias, 30 géneros y 81 individuos. Registrando al orden Passeriformes con 12 familias, 20 géneros, 22 especies y 45 individuos el orden más diverso y representativo. Mientras que el perico frentiazul (*Touit dilectissimus*) fue la especie más abundante con 20 individuos (tabla 4-93).

Tabla 4-93
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque montano del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus**	Gavilán aludo	1
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres Aquila*	Pico-de hoz puntiblanco	1
		Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	1
		Phaethornis guy	Ermitaño verde	1
		Phaethornis striigularis	Ermitaño gorguirayado	3
		Lampornis cololaemus	Colibrí-montañés gorguimorado	1
		Thalurania colombica	Ninfa coroniverde	5
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Trogon enligado	1
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto coroniazul	1
Piciformes	Ramphastidae	*Aulacorhynchus caeruleogularis*	Tucancillo verde	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Touit dilectissimus*	Periquito frentiazul	20
Passeriformes	Furnariidae	*Premnoplex brunnescens*	Subepalo moteado	2
	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus*	Mosquerito olivilistado	1

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
		Lophotriccus pileatus	Tirano-enano crestiescamado	1
		Platyrinchus mystaceus	Picochato gorguiblanco	1
		Mitrephanes phaeocercus	Mosquerito-moñudo común	2
		Contopus virens	Pibí oriental	4
		Myiarchus crinitus	Copetón viajero	1
	Pipridae	*Corapipo altera*	Saltarín gorguiblanco	1
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Sotorrey-ruiseñor sureño	2
		Henicorhina leucophrys	Sotorrey-selvático pechigrís	6
	Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Soterillo piquilargo	1
	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Swainson	3
	Parulidae	*Setophaga fusca**	Reinita gorguinaranja	1
	Thraupidae	*Tangara icterocephala*	Tangara goliplata	2
		Chrysothlypis chrysomelas	Tángara negriamarilla	1
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1
	Emberizidae	*Chlorospingus flavopectus*	Clorospingus común	6
	Cardinalidae	*Piranga flava**	Tángara bermeja	2
		*Piranga rubra**	Tángara veranera	1
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia conoriamarilla	2
		Euphonia anneae	Eufonia gorricanela	2

En el tramo alto se identificaron tres tipos de coberturas para el bosque maduro, y dos usos de suelo, esta clasificación se ajusta a lo presentado en el mapa de vegetación de Panamá que su vez emplea las categorías de UNESCO (ANAM, 2000), siendo estas las siguientes:

- **Bosque maduro (500-1,000) / Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000)**

Mediante las búsquedas generalizadas y captura con redes, en este tipo de cobertura se registraron 117 individuos, incluidos en 35 especies, 33 géneros, 16 familias y seis órdenes. El orden Passeriformes con 10 familias, 22 géneros, 23 especies y 75 individuos fue el más representativo (tabla 4-94). Especies características de éstos bosque maduros fueron el águila crestada (*Morphnus guianensis*), hormiguero bicolor (*Gymnophitis leucaspis*), batarito coronipunteado (*Dysithamnus puncticeps*), entre otras. Son especies que requieren de una porción significativa de zona boscosa para suplir sus necesidades de alimetación, reproducción y conducta para sobrevivir. En éste tipo de vegetación predominó el tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*) con 20, le siguió la tángara crestinaranja (*Tachyphonus delatrii*) con nueve y la tángara palmera (*Thraupis palmarum*) con ocho individuos.

Tabla 4-94

Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el bosque maduro en el tramo alto de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	2
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis guy*	Ermitaño verde	5
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	3
		Thalurania colombica	Ninfa coronada	2
		Florisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	2
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	3
		Heliothryx barroti	Hada coronipúrpura	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Morphnus guianensis*	Águila crestada	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	20
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barreteado	5
		Dysithamnus puncticeps	Batarito coronipunteado	2
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	2
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	5
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	1
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	1
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	3
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	3
	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	1
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín coronirrojo	2
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Soterrey castaño	1
		Troglodytes aedon	Soterrey común	3
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	4
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	1
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	6
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Reinita gorricastaña	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera	8
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	9
		Mitrospingus cassini	Tángara carinegruzca	1
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	3
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	7
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	5

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En el bosque maduro con un esfuerzo de 108 horas-redes se capturó un total de 10 especies, lo que representa el 28.5 % de las reportadas para el tipo de vegetación y 11.24 % del total de especies registradas para el tramo alto. El orden passeriformes fue el más representativo con cuatro familias, cinco géneros, cinco especies y seis individuos. La familia Trochilide también estuvo representada con cuatro géneros, cinco especies y 10 individuos (tabla 4-95).

Tabla 4-95

Aves capturadas con redes en el bosque maduro del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis guy*	Ermitaño verde	3
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	3
		Thalurania colombica	Ninfa coronada	2
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	1
Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	1
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	1
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín cabecirrojo	2
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	1
	Thraupidae	*Tachyphonus delatrii*	Tángara crestinaranja	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En el bosque maduro con un esfuerzo de 16 horas/hombre se registró un total de 32 especies que representa el 91% del total de las aves observadas en el bosque maduro, es decir que el método de búsqueda generalizada debido a las condiciones climtáticas resultó mejor método de detercción para las aves. Se registraron 101 individuos distribuidos en 32 especies, 31 géneros, 15 familias y cinco órdenes. Reportando al orden Passeriformes el más representativo con 22 especies y 69 individuos, donde el tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), con 20 individuos la especie más abundante (abla 4-96).

Tabla 4-96
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque maduro del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	2
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis guy*	Ermitaño verde	2
		Florisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	2
		Heliotryx barroti	Hada coronipúrpura	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Morphnus guianensis*	Águila crestada	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	20
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	5
		Dysithamnus puncticeps	Batarito coronipunteado	2
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	2
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	5
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	1
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	1
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	2
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	2
	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	1
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Soterrey castaño	1
		Troglodytes aedon	Soterrey común	3
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	3
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	1
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	6
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Reinita gorricastaña	1
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera	8
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	8
		Mitrospingus cassini	Tángara carinegruzca	1
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	3
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	7
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	5

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas-no intervenido (BTTB)**

En el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas-no intervenido (BTTB) con los métodos de redes y búsqueda generalizada, se registró un total de 31 especies, incluidas en siete órdenes, 15 familias, 29 géneros y 115 individuos, siendo el orden Passeriformes con 17 especies, 17 géneros y 61 individuos el más representativo (tabla 4-97). Registrando al loro coroniamarilla (*Amazona ochrocephala*), con 10 individuos la especie más abundante para éste tipo de vegetación.

Tabla 4-97
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el bosque no intervenido (BTTB) del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	1
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprogne zonaris*	Vencejo cuelliblanco	5
	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	7
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	3
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Ealnio tijereta	7
		Ictinia plumbea	Elanio plomizo	1
		Cryptoleucopteryx plúmbea	Gavilán plomizo	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	2
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	3
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	7
		Pionus menstruus	Loro cabeciazul	5

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Amazona ochrocephala	Amazona coroniamarilla	10
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	3
		Dysithamnus puncticeps	Batarito coronipunteado	2
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	7
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	1
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	5
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	4
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ventriocráceo	2
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	3
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	4
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	6
		Lepidothrix coronata	Saltarín coroniceleste	1
	Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Soterrey selvático pechiblanco	7
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	2
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	2
	Cardinalidae	*Cyanocompsa cyanoides*	Pico grueso negriazulado	2
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	7

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En el bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas-no intervenido (BTTB**)** se obtuvieron 54.30 horas-red, obteniéndose un total de 11 especies, distribuidas en dos órdenes, siete familias, 10 géneros y 27 individuos. Encontrando entre las especies más abundantes el ermitaño colilargo (*Phaethornis longirostris*) y el hormiguerito flanquiblanco (*Myrmotherula axillaris*) con cuatro individuos cada una. Passeriformes fue el orden más representativo con seis familias, siete géneros, nueve especies y 21 individuos (tabla 4-98).

Tabla 4-98
Aves colectadas con redes en el bosque no intervenido (BTTB) tramo alto de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	4
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Dysithamnus puncticeps*	Batarito coronipunteado	2
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	4
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	3
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ventriocráceo	2
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3
	Pipridae	*Ceratopipra coronata*	Saltarín coroniceleste	1
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	2
	Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Soterrey selvático pechiblanco	2
	Cardinalidae	*Cyanocompsa cyanoides*	Pico grueso negriazulado	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En la búsqueda generalizada con esfuerzo de 3.90 horas/hombre en el bosque no intervenido se registra un total de 26 especies distribuidas en siete órdenes, 14 familias, 25 géneros y 88 individuos. Registrando al orden Passeriformes con 7 familias, 12 géneros, 12 especies y 44 individuos el orden más diverso y representativo. Algunas especies que se reportan para este tipo de vegetación son propias de bosques no intervenidos, como el Tinamú grande (*Tinamu major*) (Tabla 4-99).

Tabla 4-99
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque intervenido (BTTB) del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	1
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprogne zonaris*	Vencejo cuelliblanco	5
	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	3
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de buffon	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Elanio tijereta	7
		Ictinia plumbea	Elanio plomizo	1
		Cryptoleucopteryx plumbea	Gavilán plomizo	1

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	2
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	3
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	7
		Pionus menstruus	Loro cabeciazul	5
		Amazona ochrocephala	Amazona coroniamarilla	10
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	3
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	3
		Hylophilax naevioides	Hormiguero callarejo	1
		Gymnopithys leucaspis	Hormiguero bicolor	5
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	1
	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	3
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	4
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	4
	Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Soterrey selvático pechiblanco	5
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	2
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	2
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	7

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas-poco intervenido (BTTB-PI)**

En el bosque intervenido con el método de búsqueda generalizada con 2.08 horas/hombre**,** se registró un total de cinco especies incluídas en tres órdenes, 4 familias, 5 géneros y 18 individuos, siendo el Orden Accipitriformes y Passeriformes los órdenes más representativos con dos especies cada uno (tabla 4-100). Registrando al elanio tijereta (*Elanoides forficatus*), y la oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*) con 8 y 7 individuos respectivamente, como las especies más abundantes para éste tipo de vegetación (tabla 4-97).

Tabla 4-100
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque intervenido del tramo alto de río Indio

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Elanio tijereta	8
		Buteo brachyurus	Gavilán colicorto	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	1
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tangara palmera	1
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	7

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%)**

En este tipo de cobertura se observaron aves de nueve órdenes, 19 familias, 41 géneros, 43 especies y 140 individuos (tabla 4-98). Passeriformes fue el orden más diverso y abundante con 30 especies y 104 individuos. Las especies más abundantes fueron el mosquerito lomiamarillo (*Myiobius sulphureipygius*) con 15 individuos, la oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*), con 14 individuos y el tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*) con 11 individuos (tabla 4-101).

Tabla 4-101
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) del tramo alto de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cirereiceps*	Paisana	5
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	1
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres aquila*	Pico de hoz puntiblanco	1
		Thalurania colombica	Ninfa coronada	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	1
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	5
Coraciiformes	Momotidae	*Barypthengus martii*	Momoto rufo	5
Coraciiformes		*Electron platyrhynchum*	Momoto piquiancho	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	11
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	2
Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	4
		Dendrocincla fuliginosa	Trepatroncos rojizo	1
	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Elenia penachuda	1
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Mionectes olivaceus	Mosquerito olivilistado	3
		Myiobius sulphureipygius	Mosquerito lomiamarillo	15
		Cnipodectes subbrunneus	Alitorcido pardo	2
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	5
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
		Corapipo altera	Saltarín gorgiblanco	1
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Soterrey castaño	4
		Cantorchilus leucotis	Soterrey pechianteado	1
		Henicorhina leucosticta	Soterrey selvático pechiblanco	8
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	3
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	4
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	1
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Reinita gorricastaña	5
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tangara palmera	3
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	2
		Rhamphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	2
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	7
		Coereba flaveola	Reinita mielera	2
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	3
		Arremon aurantiirostris	Gorrión piquinaranja	3
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	14

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) con un esfuerzo de 19 horas-redes se capturaron 12 individuos, de 10 especies, nueve géneros, seis familias y dos órdenes. El orden Passeriformes incluyó cinco familias, ocho géneros, nueve especies y 11 individuos. El soterrey selvático pechiblanco (*Henicorhina leucosticta*), fue la especie más abundante en el rastrojo arbustivo con tres individuos (tabla 4-102).

Tabla 4-102
Aves colectadas con redes en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) el tramo alto de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres aquila*	Pico de hoz puntiblanco	1
Passeriformes	Pipridae	*Corapipo altera*	Saltarín gorgiblanco	1
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ventriocráceo	1
		Mionectes olivaceus	Mosquerito olivilistado	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	1
		Rhynchoncyclus olivaceus	Picoplano oliváceo	1
	Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Soterrey selvático pechiblanco	3
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	1
	Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Soterrillo piquilargo	1
	Furnariidae	*Dendrocincla fuliginosa*	Trepatroncos rojizo	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Con el método de búsqueda generalizada en el SPA 10-50% y con un esfuerzo de 10.84 horas/hombre, se observaron 129 individuos, 39 especies, 39 géneros, 19 familias y nueve órdenes (tabla 4-100). Entre las especies más abundantes estuvieron el mosquerito lomiamarillo (*Myiobius sulphureipygius*), la oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*) y el tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*) con 15, 14 y 11 individuos cada una (tabla 4-103).

Tabla 4-103
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50% (SPA 10-50%) del tramo alto de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	5
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	1
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania colombica*	Ninfa coronada	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	1
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	5
Coraciiformes	Momotidae	*Barypthengus martii*	Momoto rufo	5
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	11
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	Periquito barbinaranja	2
Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos gorgianteado	4
	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Elenia penachuda	1
		Mionectes olivaceus	Mosquerito olivilistado	2
		Myiobius sulphureipygius	Mosquerito lomiamarillo	15
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplano oliváceo	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	5
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Soterrey castaño	4
		Cantorchilus leucotis	Soterrey pechianteado	1
		Henicorhina leucosticta	Soterrey selvático pechiblanco	5
		Microcerculus marginatus	Soterrey ruiseñor sureño	2
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	4
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	1
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Reinita gorricastaña	5
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tangara palmera	3
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	2
		Rhamphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	2
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	7
		Coereba flaveola	Reinita mielera	2
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	3
		Arremon aurantiirostris	Gorrión piquinaranja	3
	Icteridae	*Psarocolius decumanus*	Oropéndola crestada	14

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%)**

En este tipo de cobertura con el método de búsqueda generalizada y con un esfuerzo de 2.60 horas/hombre, se registró un total de 119 individuos, 32 especies, 30 géneros, 12 familias y 6 órdenes, encontrado al orden Passeriformes con 73 individuos, 23 especies y 6 familias el más representativo; mientras que Thraupidae con 12 especies y 32 individuos, seguida de Tyrannidae con 7 especies y 17 individuos, fueron las familias más diversas y que presentaron mayor abundancia. Las especies más abundantes fueron el vencejo cuelliblanco

(*Streptoprogne zonaris*) con 13 individuos, el loro cabecipardo (*Pyrilia haematotis*) con 10 individuos y el garrapatero piquiliso (*Crotophaga ani*) con nueve individuos, (tabla 4-104).

Tabla 4-104
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA - 10%) del tramo alto de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	4
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero piquiliso	9
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprogne zonaris*	Vencejo cuelliblanco	13
	Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	Amazilia colirrufa	2
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	2
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	5
		Ramphastos sulfuratus	Tucán picoiris	8
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	5
		Pyrilia haematotis	Loro cabecipardo	10
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	Tiranolete silbador sureño	1
		Elaenia flavogaster	Elenia penachuda	1
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	5
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	3
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	5
		*Contopus virens**	Pibí tropical	1
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Soterrey común	4
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	6
	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara zuleja	2
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1
		Tangara inornata	Tangara cenicienta	3
		Tangara gyrola	Tangara cabecibaya	1
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	3
		Ramphocelus flammigerus	Tángara lomiflama	3
		Tachyphonus delatrii	Tángara crestinaranja	7
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	2
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	1
		Sporophila funerea	Semillero menor	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
		Sporophila corvina	Espiguero variable	5
		Sporophila nigricollis	Espiguero ventriamarillo	3

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Estado de conservación de las aves**

Del total de especies registradas para el tramo alto, 26 especies están contempladas bajo una de las categorías de conservación, lo que representó el 25% del total de especies reportadas para el tramo alto. Estas 26 especies estuvieron distribuidas en cinco órdenes y cinco familias, donde la familia Trochilidae y Accipitridae con 12 y seis especies respectivamente, fueron las más representativas.

Categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente:

Dentro de ésta instancia, MiAMBIENTE (2016) considera al águila crestada (*Morphnus guianensis*) como la especie de mayor importancia en conservación y es considerada en peligro crítico (CR) en Panamá, en vista que la especie está amenazada de extinción en un futuro inmediato ya sea por la desapación de más del 80% de su población.

También es importante mencionar tres especies consideradas en peligro (EN), el gavilán plomizo (*Cryptoleucopteryx plumbea*), el loro coroniamarillo (*Amazona ochrocephala*) y el periquito frente azul (*Touit dilectissimus*) las cuales están amenazadas de extinción a corto plazo, ya sea por el descenso observado o estimado de la mitad de su población. Las demás especies (20) son consideradas vulnerables (VU), entre ellas, el Tinamú grande (*Tinamus major*), especie que es objeto de presión por la cacería (tabla 4-102). La mayoría de estas especies están bajo amenaza debido a la alteración y destrucción de hábitat, y otras por el tráfico ilegal de especies (tabla 4-102).

CITES:
Dentro de ésta categoría hay 25 especies en el Apéndice II de CITES, lo que representó el 25% del total de especies registradas para el tramo alto de río Indio (tabla 4-102). CITES toma en cuenta especies que están en riesgo por el tráfico ilegal. Aves como los gavilanes y colibríes son comercializados en algunas regiones del mundo, pero no hay información que se haga en Panamá. Por su parte, los sitácidos (pericos, loros) están entre las aves más preciadas como mascotas en el país.

UICN:
De las aves observadas, sólo se registró el águila crestada (*Morphnus guianensi*) dentro de la categoría de LR es decir dentro de riesgo menor, mientras que el resto de las especies son consideradas de poca preocupación (LC) (tabla 4-105). Sin embargo, UICN hace una valoración de cada especie dentro de su distribución total, por lo que a veces no refleja la situación a nivel local de un país.

Tabla 4-105
Especies de aves registradas en el tramo alto de río Indio bajo categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente, CITES y UICN

Taxón	Nombre Común	MiAMBIENTE (2016)	CITES	UICN
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
Tinamus major	Tinamú grande	VU		LC
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	VU	II	LC
Phaethornis guy	Ermitaño verde	VU	II	LC
Phaethornis longirostris	Ermitaño piquilargo	VU	II	LC
Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	VU	II	LC
Lampornis cololaemus	Colibrí-montañés gorguimorado	VU	II	LC
Eutoxeres aquila	Pico de hoz puntiblanco	VU	II	LC
Thalurania colombica	Ninfa coronada	VU	II	LC
Florrisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	VU	II	LC
Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	VU	II	LC
Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	VU	II	LC
Chalybura buffonii	Calzonario de Buffón	VU	II	LC
Heliotryx barroti	Ada coronipúrpura	VU	II	LC
Orden: Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
Elanoides forficatus	Elanio tijereta	VU	II	LC
Ictinia plumbea	Elanio plomizo	VU	II	LC
Cryptoleucopteryx plumbea	Gavilán plomizo	EN	II	LC
Buteo brachyurus	Gavilán cola corta	VU	II	LC
Buteo platypterus	Gavilán aludo	VU	II	LC
Morphnus guianensis	Águila crestada	CR	II	LR
Orden Piciformes				
Familia Ramphastidae				
Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	VU	II	LC
Aulacorhynchus caeruleogularis	Tucancillo verde	VU	II	LC
Orden Psittaciformes				
Familia Psittacidae				
Brotogeris jugularis	Perico barbinaranja	VU	II	LU
Pyrilia haematotis	Loro cabecipardo	VU	II	LC
Pionus mentruus	Loro cabeciazul	VU	II	LC
Amazona ochrocephala	Amazona coroniamarilla	EN	II	LC
Touit dilectissimus	Periquito frentiazul	EN	II	LC

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Estado de Conservación: Ley Nacional: **VU** (Vulnerable), **EN** (En Peligro**), CR** (En peligro crítico), **UICN (**Union Internacional de Especies Amenazadas de Fauna): **LC** de poca preocupación, **LR** (Riesgo menor o dependiente de conservación), **CITES** (Convención Sobre el Comercio Inmternacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna silvestre): I (Apéndice I), II (Apéndice II).

Tramo medio

En el tramo medio de río Indio se registró un total de 93 especies, distribuídas en 368 individuos, 88 géneros, 35 familias y 16 órdenes (tabla 4-106). El orden mejor representado fue Passeriformes con 16 familias, 58 especies y 215 individuos. Entre las familias con mayor representatividad estuvieron Thraupidae, Tyrannidae y Trochilidae con 13, 12 y 9 especies cada una. Las especies más abundantes correspondieron a loro cabeciazul (*Pionus menstruus*), paloma rabiblanca (*Leptotila verreauxi*), bienteveo grande (*Pitangus sulphuratus*), caracara cabeciamarilla (*Milvago chimachima*), gallote negro (*Coragyps atratus*), tángara azuleja (*Thraupis episcopus*) *y* tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*). De las 94 especies del tramo medio ocho era especies migratorias estrictas, es decir no anidan en Panamá, todas pertenecientes al orden Passeriformes, la familia mejor representada fue Parulidae con tres especies y cinco individuos (tabla 4-106).

En el sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) presentó 157 individuos, 55 especies, 49 géneros, 25 familias y 16 órdenes, mientras que el sistema de vegeración leñosa o espontánea menos del 10% (SPA -10%) se registran 143 individuos, 37 especies, 35 géneros, 24 familias y 12 órdenes, seguido del Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) con 39 individuos, 30 especies, 30 géneros, 21 familias y 12 órdenes y por último el bosque maduro/bosque perenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) con 46 individuos, 20 especies, 19 géneros, 13 familias y seis órdenes. Resaltando al sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea de 10-50% como el más abundante y diverso (tabla 4-106)

Se reportaron especies que prefirieron un solo tipo de vegetación como el calzonario de Buffon *(Chalybura buffonii)* que se reportó solamente en el Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido, la tángara hombriblanca (*Tachyphonus luctuosus*) que se reportó solamente en el sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) y el semillerito negriazulado (*Volatinia jacarina*) en el sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea menos del 10% (SPA -10%) Por otro lado el loro cabeciazul *Pionus menstruus* estuvo presente en el bosque maduro, rastrojo con vegetación arbusiva y uso agropecuario de subsistencia intensivo (pastizal) (tabla 4-106).

La curva acumulativa de especies en el tramo medio hasta el final de los resultados de la estación lluviosa muestra un claro ascenso, lo que indica que la riqueza de especies se debe incrementar si se le dedica un mayor esfuerzo (gráfica 4-43). Esa curva óptima que refleje una buena estimación se espera lograr en la temporada seca, donde el clima debe ser más favorable para los trabajos de campo.

Gráfica 4-43
Curva acumulativa de especies en el tramo medio de la cuenca de río Indio

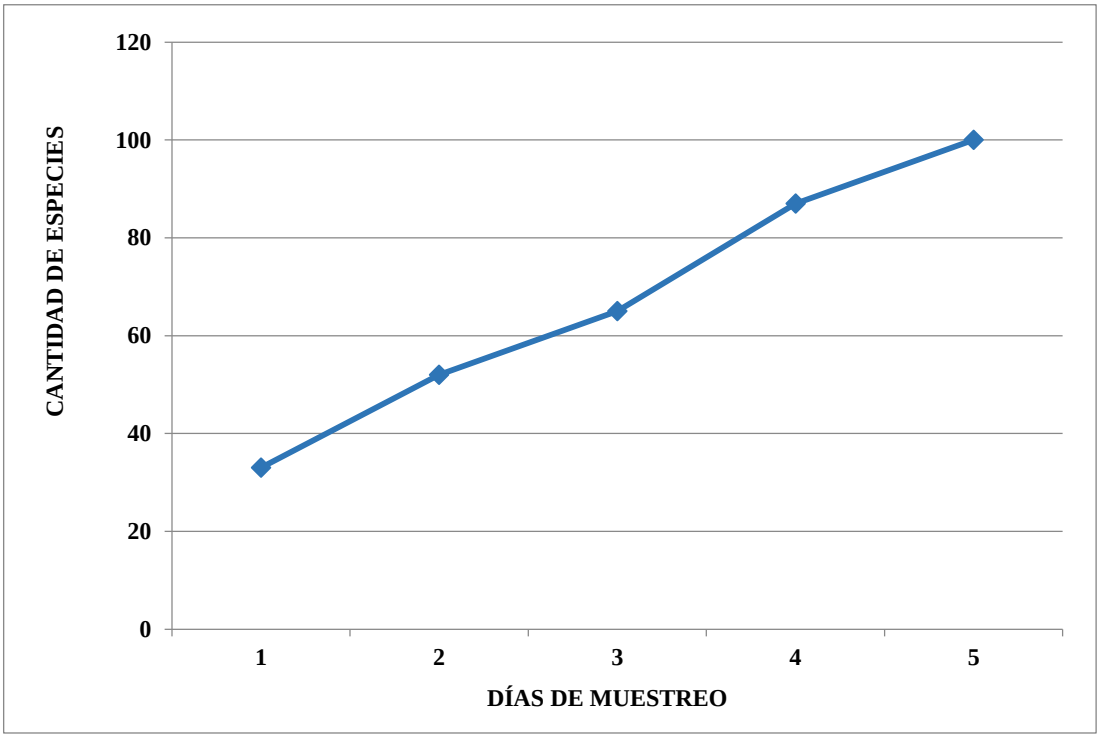


Tabla 4-106
Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en el tramo medio de río Indio por tipo de vegetación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de vegetación
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	2	BTTB, BTTB-PI
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	Garza-tigre castaña	1	BTTB-PI
		Ardea alba	Garceta grande	1	SPA -10%
		Egretta caerulea	*Garza azul chica*	1	SPA -10%
		Egretta thula	*Garceta nívea*	1	SPA -10%
		Bubulcus ibis	Garza bueyera	1	BTTB-PI
		Butorides virescens	Garza verde	1	BTTB-PI
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	12	SPA 10-50%
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán caminero	1	SPA -10%
		Buteo platypterus	Gavilán aludo	1	BTTB-PI
		Buteo albonotatus	Gavilán colifajeado	1	BTTB-PI
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	1	SPA -10%

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de vegetación
		Columbina talpacoti	Tortolita rojiza	1	SPA 10-50%
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	21	BTTB, SPA 10-50%, SPA -10%
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Añapero mayor	1	
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1	SPA 10-50%,
		Crotophaga ani	Garrapatero piquiliso	5	SPA -10%
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	Nictibio común	1	BTTB-PI
Apodiformes	Trochilidae	*Florisuga mellivora*	Jacobino nuquiblanco	2	BTT-PI, SPA 10-50%,
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	5	BTTB, SPA 10-50%
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	2	BTTB, SPA 10-50%
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1	SPA 10-50%
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	1	SPA 10-50%
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	3	BTTB-PI, SPA -10%, SPA 10-50%
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1	SPA 10-50%
		Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	1	SPA -10%
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffón	1	BTTB
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2	SPA -10%
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	14	SPA 10-50%, SPA -10%Ra
		Cathartes aura	Gallinazo cabecirrojo	1	BTTB-PI
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1	SPA -10%
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	1	BTTB-PI
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	4	BTTB-PI, SPA 10-50%, SPA -10
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	4	BTTB-PI, SPA 10-50%%
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarillo	18	BTTB, BTTB-PI,

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de vegetación
					SPA 10-50%,
Psittaciformes	Psittacidae	*Pyrilia haematotis*	Loro cabecipardo	2	BTTB-PI
		Pionus menstruus	Loro cabeciazul	32	BTTB-PI, SPA -10% SPA 10-50%
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	3	SPA -10%
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	1	BTTB, SPA 10-50%, SPA -10%
		Microrhopias quixensis	Hormiguerito alipunteado	4	BTTB,SPA -10%
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	4	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%,
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	2	BTTB, SPA 10-50%
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Oncostoma olivaceus	Picotorcido sureño	5	BTTB
		Elaenia flavogaster	Elaenia penachuda	2	SPA -10%
		Leptopogon amaurocephalus	Mosquerito gorrisepia	1	SPA 10-50%
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3	SPA 10-50%, SPA -10%
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1	BTTB
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	1	BTTB
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	19	BTTB, BTTB-PI
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1	SPA 10-50%
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1	SPA 10-50%
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	12	BTTB-PI, SPA -10%
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1	SPA -10%
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín cabecirrojo	2	SPA 10-50%, SPA -10%
		Manacus vitellinus	Saltarín cuellidorado	6	BTTB-PI, SPA 10-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de vegetación
					50%, SPA -10%
	Vireonidae	*Vireo fravifrons**	Vireo pechiamarillo	1	SPA 10-50%
		*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	1	SPA 10-50%
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	2	SPA 10-50%, SPA -10%
	Hirundinidae	*Hirundo rustica**	Golondrina tijereta	4	BTTB-PI, SPA 10-
		Stelgidopteryx ruficollis	Golondrina Alirrasposa Sureña	1	BTTB-PI
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	2	BTTB, BTTB-PI
		Troglodytes aedon	Soterrey común	7	BTTB, BTTB-PI SPA 10-50%
		Cantorchilus nigricapillus	Sotorrey castaño	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	2	BTTB, SPA 10-50%
		Microbates cinereiventris	Soterrillo caricafé	3	SPA 10-50%,SPA -10%
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	2	SPA 10-50%, SPA -10%
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	9	BTTB-PI, SPA -10%
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte tropical	2	SPA 10-50%
	Parulidae	*Parkesia noveboracensis**	Reinita-acuática norteña	1	BTTB-PI
		*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	2	SPA 10-50%
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	2	SPA 10-50% , SPA -10%
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tangara hombriblanca	2	SPA 10-50%
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	17	SPA 10-50%, SPA -10%
		Thraupis episcopus	Tangara azuleja	12	BTTB, SPA 10-50%

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Tipo de vegetación
		Tangara inornata	Tangara cenicienta	23	SPA 10-50%, SPA -10%
		Tangara larvata	Tangara capuchidorada	6	SPA 10-50%,
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	2	SPA -10%
		Dacnis cayana	Dacnis azul	3	SPA 10-50%
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1	SPA 10-50%
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	4	SPA 10-50%, SPA -10%
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	3	SPA 10-50%,
		Sporophila corvina	Espiguero variable	6	BTTB-PI, SPA 10-
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	2	SPA -10%
		Saltator maximus	Saltador Gorguianteado	1	SPA 10-50%
	Icteridae	*Iceterus galvula*	Bolsero de Baltimore	2	SPA 10-50%
		Sturnella militaris	Pastorero pechirrojo	1	SPA-10%
	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Tangara hormiguera hombrirroja	3	BTTB, SPA 10-50%
		*Piranga rubra**	Tangara veranera	1	SPA 10-50%
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	2	SPA 10-50%
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	2	BTTB-PI
		Euphonia luteicapilla	Eufonia coroniamarilla	6	SPA 10-50%, SPA -10%
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	1	SPA 10-50%

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: ***Especie Migratoria ** Especie Migratoria/Local, **Tipo de Vegetación: **BTTB=** Bosque Maduro/ Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido **BTTB-PI** Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido**, SPA 10-50%**=Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50%, **SPA -10%**= Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa menor del 10%.

En el tramo medio de río Indio, en lo que corresponde a la comunidad de Tres Hermanas y áreas adyacentes se identificó un tipo de cobertura para el bosque maduro (algunos sitios de esta cobertura presentaron cierto grado de intervención) y dos usos de suelo, esta clasificación se ajusta a lo presentado en el mapa de vegetación de Panamá que su vez emplea las categorías de UNESCO (ANAM, 2000)**.**

- **Bosque maduro / Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo medio de río Indio.**

En el bosque maduro del tramo medio, se reportan un total de 46 individuos, 20 especies, 19 géneros, 13 familias y seis órdenes, encontrando que el orden Passeriformes con 27 individuos, 13 especies, 13 géneros y ocho familias el orden más representativo. Las especies más registradas en éste tipo de vegetación fueron la paloma rabiblanca (*Leptotila verreauxi*) con cinco individuos, tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), el loro cabeciazul (*Pionus menstruus*) y el saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus*) con cuatro individuos cada uno (tabla 4-107).

Tabla 4-107
Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en el bosque maduro/ Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (BTTB) del tramo medio de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	1
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	12
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma rabiblanca	21
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero piquiliso	5
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	5
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	2
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
		Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	1
		Chalybura buffonii	Calzonario de Buffón	1
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	14
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	4
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarillo	15
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	32
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	3
		Myrmotherula axillaris	Hormiguerito flanquiblanco	1
		Microrhopias quixensis	Hormiguerito alipunteado	4
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	2
	Tyrannidae	*Oncostoma olivaceus*	Picotorcido sureño	4
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	1
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	18
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	10
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín cabecirrojo	2
		Manacus vitellinus	Saltarín cuellidorado	6
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	1
		Troglodytes aedon	Soterrey común	5
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
		Microbates cinereiventris	Soterrillo caricafé	2
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	4
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	2
		Euphonia luteicapilla	Eufonia coroniamarilla	6
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tangara hombriblanca	2
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	16
		Thraupis episcopus	Tangara azuleja	11
		Thraupis palmarum	Tangara palmera	3
		Tangara inornata	Tangara cenicienta	14
		Tangara larvata	Tangara capuchidorada	2
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	2
		Dacnis cayana	Dacnis azul	3
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	3
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	1
	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Tangara hormiguera hombrirroja	3
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En el bosque maduro/Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (BTTB) del tramo medio de río Indio con un esfuerzo de 31.8 horas-redes, se registraron dos órdenes, cuatro especies, cuatro géneros, cuatro familias y siete individuos, siendo el orden Passeriformes con tres familias, tres géneros tres especies y cinco individuos el orden más representativo, siendo el hermitaño colilargo (*Phaethornis longirostris*), el trepatronco pico de cuña (*Glyphorynchus spirurus*) y el saltarín cabecirrojo (*Ceratopipra mentalis*) con dos individuos cada uno, las más capturadas (tabla 4-108).

Tabla 4-108
Aves capturadas con redes en el bosque (BTTB) la cuenca media de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	2
Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	2
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ventriocráceo	1
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín cabecirrojo	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En cuanto a el método de búsqueda generalizada en el bosque maduro del tramo medio de río Indio, con un esfuerzo de 2.70 horas/hombre, se registraro 39 individuos, 17 especies, 16 géneros, 12 familias y seis órdenes (tabla 4-106). Passeriformes fue el orden más representativo con 22 individuos, 10 especies, 10 géneros y siete familias. La paloma rabiblanca (*Leptotila verreauxi*) fue la especie más registrada con cinco avistamientos, seguido del tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), loro cabeciazul (*Pionus menstruus*), pico torcido sureño (*Oncostoma olivaceus*) y el saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus*) con cuatro individuos cada una (tabla 4-109).

Tabla 4-109
Aves observadas mediante el método de búsqueda generalizada en el bosque maduro del tramo medio de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	2
Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	2
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ventriocráceo	1
	Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín cabecirrojo	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 201

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo medio de río Indio**

Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo medio de río Indio con el método de búsqueda generalizada con 13.1 horas/hombre se registran 39 individuos distribuídos en 12 órdenes, 21 familias, 30 géneros y 30 especies, resaltando al órden Passeriformes como el más diverso y abundante con 9 familias, 14 especies y 22 individuos. Las especies más representativas fueron la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y el espiguero variable (*Sporophila corvina*) con 3 individuos cada uno. En éste tipo de vegetación se observaron dos especies migratorias, (tabla 4-110).

Tabla 4-110
Órdenes, familias, especies y cantidad de individuos registrados en Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo medio de río Indio con el método de búsqueda generalizada.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*	Tinamú grande	1
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	Garza-tigre castaña	1
		Bubulcus ibis	Garza bueyera	1
		Butorides virescens	Garza verde	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilán aludo	1
		Buteo albonotatus	Gavilán colifajeado	1
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	Nictibio común	1
Apodiformes	Trochilidae	*Florisuga mellivora*	Jacobino nuquiblanco	1
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo cabecirrojo	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilán aludo	1
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	1
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	1
	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarillo	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pyrilia haematotis*	Loro cabecipardo	2
		Pionus menstruus	Loro cabeciazul	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Myrmeciza exsul*	Hormiguero dorsicastaño	1
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	1
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	2
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
	Hirundinidae	*Hirundo rustica**	Golondrina tijereta	3
		Stelgidopteryx ruficollis	Golondrina Alirrasposa Sureña	1
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Soterrey ruiseñor sureño	1
		Troglodytes aedon	Soterrey común	1
		Cantorchilus nigricapillus	Sotorrey castaño	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Parulidae	*Parkesia noveboracensis**	Reinita-acuática norteña	1
	Thraupidae	*Sporophila corvina*	Espiguero variable	3
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) en el tramo medio de río indio.**

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) del tramo medio de río Indio, con un esfuerzo de 12.40 horas/hombre y 6 horas/redes, presentó 157 individuos, 55 especies, 49 géneros, 25 familias y 16 órdenes (tabla 4-108). Passeriformes con 97 individuos, 37 especies, 34 géneros y 15 familias fue el orden más representativo. Thraupidae con 11 géneros, 12 especies y 43 individuos fue la familia más diversa y abundante. Entre las especies más abundantes estuvieron el loro cabeciazul (*Pionus menstruus*), la chachalaca cebecigris (*Ortalis cinereiceps*) y la paloma rabiblanca (*Leptotila verreaxi*). Se observan siete especies migratorias en éste tipo de vegetación (tabla 4-111).

Tabla 4-111
Órdenes, familias, especies y abundancia de los registros en Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	12
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita rojiza	1
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	9
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	3
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	1
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	7
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1
Coraciiformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	2
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarilla	2
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	16
Passeriformes	Thamnophilidae	*Microrhopias quixensis*	Hormiguerito alipunteado	2
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	2
	Tyrannidae	*Leptopogon amaurocephalus*	Mosquerito gorrisepia	1
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	10
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	3
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	5
	Vireonidae	*Vireo fravifrons**	Vireo pechiamarillo	1
		*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	1
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Sotorrey castaño	1
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	1
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1
		Polioptila plumbea	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte tropical	2
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	2
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	1
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tangara hombriblanca	2
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	13
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	3
		Thraupis episcopus	Tangara azuleja	1
		Tangara inornata	Tangara cenicienta	9
		Tangara larvata	Tangara capuchidorada	3
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	1
		Dacnis cayana	Dacnis azul	3

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	3
		Saltator maximus	Saltador Gorguianteado	1
	Cardinalidae	*Piranga rubra**	Tangara veranera	1
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	2
	Icteridae	*Iceterus galvula**	Bolsero de Baltimore	2
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	3
		Euphonia luteicapilla	Eufonia coroniamarilla	3
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

Con un esfuerzo de 24 horas /redes se capturaron tres especies, distribuidas en dos órdenes, tres familias, tres individuos (tabla 4-112).

Tabla 4-112
Órdenes, familias, especies y abundancia de aves capturadas con redes e el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río Indio.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Thalurania colombica*	Ninfa coroniazul	1
Passeriformes	Piptidae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
	Thraupidae	*Coereba flaveola*	Reinita mielera	1

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) del tramo medio de río Indio, con un esfuerzo de 12.40 horas/hombre presentó 154 individuos, 53 especies, 47 géneros, 25 familias y 16 órdenes (tabla 4-110). Passeriformes con 97 individuos, 37 especies, 34 géneros y 15 familias fue el orden más representativo. Thraupidae con 10 géneros, 11 especies y 42 individuos fue la familia más diversa y abundante. Entre las especies más abundantes estuvieron el loro cabeciazul (*Pionus menstruus*), la chachalaca cebecigris (*Ortalis cinereiceps*) y la paloma rabiblanca (*Leptotila verreaxi*). Se observan siete especies migratorias en éste tipo de vegetación con el método de búsqueda generalizada (tabla 4-113).

Tabla 4-113
Órdenes, familias, especies y abundancia de aves observadas con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa del 10 - 50% (SPA -10-50%) tramo medio de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Paisana	12
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita rojiza	1
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	9
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuco ardilla	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	3
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1
		Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	1
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
		Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	7
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1
Coraciiformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	2
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cabeciamarilla	2
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	16
Passeriformes	Thamnophilidae	*Microrhopias quixensis*	Hormiguerito alipunteado	2
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	2
	Tyrannidae	*Leptopogon amaurocephalus*	Mosquerito gorrisepia	1
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	3
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	10
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	3
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	4
	Vireonidae	*Vireo fravifrons**	Vireo pechiamarillo	1
		*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	1
	Troglodytidae	*Cantorchilus nigricapillus*	Sotorrey castaño	1
	Polioptilidae	*Microbates cinereiventris*	Soterrillo caricafé	1
		Ramphocaenus melanurus	Soterrillo piquilargo	1
		Polioptila plumbea	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte tropical	2
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	1
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tangara hombriblanca	2
		Ramphocelus dimidiatus	Tángara dorsirroja	13
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	3
		Thraupis episcopus	Tangara azuleja	1
		Tangara inornata	Tangara cenicienta	9
		Tangara larvata	Tangara capuchidorada	3
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	1
		Dacnis cayana	Dacnis azul	3
		Tiaris olivaceus	Semillerito cariamarillo	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	3
		Saltator maximus	Saltador Gorguianteado	1
	Cardinalidae	*Piranga rubra**	Tangara veranera	1
	Emberizidae	*Arremonops conirostris*	Gorrión negrilistado	2
	Icteridae	*Iceterus galvula**	Bolsero de Baltimore	2
	Fringillidae	*Euphonia laniirostris*	Eufonia piquigruesa	3
		Euphonia luteicapilla	Eufonia coroniamarilla	3
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%)**

En la vegetación de de sistema de vegeración leñosa o espontánea menos del 10% con un esfuerzo de 8.70 horas/hombre, se registran 143 individuos, 37 especies, 35 géneros, 24 familias y 12 órdenes, (tabla 4-110). Passeriformes con 112 individuos, 19 especies, 19 géneros y ocho familias fue el órden más diverso y abundante. Thraupidae y Tyrannidae con ocho y cinco especies fueron las familias más representativas. Las especies más abundantes en esta cobertura fueron el caracara cabeciamarillo (*Milvago chimachima*), *el* bienteveo grande (*Pitangus sulphuratus*) y el loro cabeciazul (*Pionus menstruus*) con 18, 10 y 9 individuos respectivamente (tabla 4-114).

Tabla 4-114
Órdenes, familias, especie y abundancia de los registros en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%) en el tramo medio de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garceta grande	1
		Egretta caerulea	Garza azul chica	1
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre común**	**No de individuos**
		Egretta thula	Garceta nívea	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán caminero	1
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	1
		Columbina talpacoti	Tortiolita rojiza	1
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	8
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Añapero mayor	1
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero piquiliso	5
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	Amazilia colirrufa	1
		Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	1
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	7
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	1
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*	Caracara cebeciamarilla	18
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	10
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará pizarroso	1
	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Espatulilla común	1
		Elaenia flavogaster	Elaenia penachuda	2
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	11
		Onychorhynchus coronatus	Mosquero real	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	9
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	1
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Soterrey común	6
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	7
	Parulidae	*Setophaga petechia*	Reinita amarilla	1
	Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	Tángara dorsirroja	9

		Thraupis episcopus	Tángara azuleja	8
		Thraupis palmarum	Tángara palmera	3
		Tangara inornata	Tángara cenicienta	7
		Chlorophanes spiza	Mielero verde	2
		Cyanerpes cyaneus	Mielero patirrojo	3
		Sporophila corvina	Espiguero variable	3
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre común**	**No de individuos**
		Volatinia jacarina	Semillerito negriazulado	2
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	2
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Efonia coroniamarilla	3

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Estado de conservación de las aves**

Del total de especies registradas para el tramo medio, 14 especies están consideradas en los listados de MiAMBIENTE (2016), cifra que representa el 15 % del total de especies del tramo medio de la cuenca de río Indio. Estas 14 especies estuvieron distribuidas en cinco órdenes y cinco familias, donde la familia Trochilidae con nueve especies abarcó la mayoría de las especies. Las 14 especies son consideradas vulnerables por MiAMBIENTE (2016). Por otro lado, las 14 especies se encuentran también en el Apéndice II de CITES, donde en el plano local el tucán pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), es posiblemente el más apreciado para traficarlo como mascota (tabla 4-112). Todas las especies son consideradas para éste tramo por la UICN como de preocupación menor (LC) (tabla 4-115)

Tabla 4-115
Especies de aves registradas en el tramo medio de río Indio en categoría de amenaza de acuerdo con MiAMBIENTE (2016), CITES y UICN

Taxón	Nombre común	MiAMBIENTE (2016)	CITES	UICN
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
Tinamus major	Tinamú grande	VU		LC
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
Florisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	VU	II	LC
Phaethornis longirostris	Ermitaño piquilargo	VU	II	LC
Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	VU	II	LC
Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	VU	II	LC
Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	VU	II	LC

Taxón	Nombre común	MiAMBIENTE (2016)	CITES	UICN
Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	VU	II	LC
Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	VU	II	LC
Chalybura buffonii	Calzonario de Buffon	VU	II	LC
Thalurania colombica	Ninfa coronada	VU	II	LC
Orden Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
Buteo albonotatus	Gavilán colifajeado	VU	II	LC
Orden Piciformes				
Familia Ramphastidae				
Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	VU	II	LC
Orden Psittaciformes				
Familia Psittacidae				
Pionus mentruus	Loro cabeciazul	VU	II	LC
Pyrilia haematotis	Loro cabecipardo	VU	II	LC

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
MiAMBIENTE (2016): VU (Vulnerable). **UICN (**Union Internacional de Especies Amenazadas de Fauna), **LC** de preocupación menor. **CITES** (Convención Sobre el Comercio Inmternacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre): I (Apéndice I), II (Apéndice II).

Tramo bajo

Para el tramo bajo se reporta un total de 282 individuos, 116 especies, 103 géneros, 38 familias más un Incertae Sedis y 18 órdenes. Passeriformes fue el orden más representativo con 169 individuos, 73 especies y 16 familias más un Incertae Sedis. De éstas Tyrannidae con 47 individuos y 24 especies fue la familia más abundante y diversa. La oropéndola crestada (*Pasocolius decumanus*) con 11 individuos fue la especies más abundante. Se registran 21 especies migratorias. Adicional es importante destacar que en el tramo bajo en especieal en la vegetación de manglar se registra a la esmeralda jardinera (*Chlorostilbon assimilis*) considerada una especie endémica binacional con Costa Rica, (tabla 4-113).

De los tipo de vegetación registrados para el tramo bajo, el más representativo fue el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) incluyendo la vegetación del Palmar se registraron 149 individuos, 74 especies, 66 géneros, 31 familias y 14 órdenes, le siguió el bosque pennenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) el cual reporta 74 individuos, 33 géneros, 35 especies, 16 familias más un a Incertae Sedis y 6 órdenes, le continúo el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) el cual registró 28 especies, distribuidas en nueve ordenes, 19 familias y 50 individuos, le siguió el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de -10% (SPA -10%) que registra 35 individuos, 26 especies, 26 géneros, 13 familias y siete órdenes y por último tenemos a un tipo de vegetación especial, el manglar que registra 45 individuos, 21 especies, 19 géneros, 11 familias y nueve

órdenes. A pesar de ser una franja pequeña éste último tipo de vegetación, notamos que alberga gran cantidad de aves que la utilizan no sólo como fuente de alimento sino como albergue y reproducción, (tabla 4-116).

Tabla 4-116
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el tramo bajo de río Indio por tipo de vegetación

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos	Tipo de vegetación
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	2	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Chachalaca cabecigris	4	BTTB-PI
Suliformes	Phalocrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	8	SPA 10-50%
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga	2	SPA 10-50%
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	Garza-tigre castaño	1	SPA -10%
		Ardea alba	Garceta grande	1	Ma
		Egretta thula	Garceta nívea	7	SPA 10-50%
		Egretta caerulea	Garceta azul chica	5	SPA 10-50%
		Bubulcus ibis	Garceta bueyera	3	SPA 10-50%
		Cochlearius cochlearius	Garza cucharón	8	Ma
Catahartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo cabecirrojo	4	SPA 10-50%, SPA -10%, Ma
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora*	1	SPA 10-50%,
	Accipitridae	*Morphnus guianensis*	Águila crestada	1	SPA 10-50%
		Harpagus bidentatus	Elanio bidentado	1	SPA 10-50%
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	2	SPA 10-50%, SPA -10%
		Buteogallus urubitinga	Gavilán-negro mayor	1	Ma
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2	SPA 10-50%,
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	1	Ma
		Leptotila cassinii	Paloma rabiblanca	1	BTTB
		Columbina talpacoti	Tortolita rojiza	1	SPA -10%
		Claravis pretiosa	Tortolita azul	1	SPA -10%
Cuculiformes	Cuculidae	*Chrotophaga major*	Garrapatero mayor	3	SPA 10-50%, Ma
		Chrotophaga ani	Garrapatero piquiliso	5	Ma
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho moteado	1	SPA 10-50%,
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Lurocalis semitorquatus*	Añapero colicorto	1	BTTB
Apodiformes	Trochilidae	*Glaucis hirsutus*	Ermitaño pechicanelo	1	BTTB

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos	Tipo de vegetación
		Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	2	BTTB-PI
		Chlorostilbon assimilis	Esmeralda jardinera	1	Ma
		Phaethornis longirostris	Ermitaño piquilargo	9	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%, SPA - 10%
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	3	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1	SPA 10-50%
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1	BTTB-PI
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	1	SPA 10-50%
		Trogon chionurus	Trogón coliblanco	1	SPA 10-50%
		Trogon rufus	Trogón gorguinegro	1	BTTB
		Trogon caligatus	TRogón enlingado	2	SPA 10-50%, SPA - 10%
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus martii*	Momoto rufo	2	BTTB
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	3	BTTB
	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín pescador amazónico	1	SPA 10-50%
		Megaceryle torquata	Martín pescador grande	1	Ma
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	3	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	3	BTTB, BTTB-PI
	Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero carinegro	2	SPA 10-50%, SPA - 10%
		Melanerpes rubricapillus	Carpintero coronirrojo	2	Ma
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1	SPA 10-50%
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	4	BTTB, SPA 10-50%
		Amazona autumnalis	Loro frentirrojo	4	BTTB-PI
Passeriformes	Thamnophilidae	*Cymbilaimus lineatus*	Batará lineado	1	SPA 10-50%
		Thamnophilus atrinucha	Batará coroninegro	6	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
		Epinecrophylla fulviventris	Hormiguero leonado	2	BTTB
		Microrhopias quixensis	Hormiguero alipunteado	2	BTTB, BTTB-PI
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	5	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
	Formicariidae	*Formicarius analis*	Formicario carinegro	2	BTTB
	Furnariidae	*Sclerurus guatemalensis*	Tirahojas Gorguiescamoso	1	BTTB-PI
		Dendrocincla fuliginosa	Tretatroncos pardo	1	BTTB-PI

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos	Tipo de vegetación
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	4	BTTB, BTTB-PI
		Xiphorhynchus susurrans	Trepatroncos chocolate	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Dendroplex picus	Tretatroncos piquirecto	1	Ma
Passeriformes	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranoilete gorripardo	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	3	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
		Zimmerius vilissimus	Tiranolete cejigris	1	SPA 10-50%
		Todirostrum cinereum	Esaptulilla común	6	SPA 10-50%, SPA -10%, Ma
		Elaenia flavogaster	Elaenia penachuda	2	SPA 10-50%
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Tyrannulus elatus	Tiranolete coroniamarillo	3	SPA 10-50%, SPA -10%
		Attila spadiceus	Atila lomiamarilla	1	BTTB
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplano oliváceo	2	SPA 10-50%
		*Empidonax virescens**	Mosquerito verdoso	1	SPA 10-50%
		*Contopus virens**	Pibí oriental	7	SPA 10-50%, SPA -10%, Ma
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1	SPA 10-50%, Ma
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	2	SPA 10-50%, SPA -10%
		Myiozetetes similis	Mosquero social	1	SPA 10-50%, Ma
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1	SPA 10-50%
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	2	SPA 10-50%, SPA -10%, Ma
		Megarynchus pitangua	Mosquero picudo	2	SPA 10-50%
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1	SPA 10-50%
		Colonia colonus	Tirano colilargo	1	SPA 10-50%
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	1	SPA 10-50%, Ma
	Tityridae	*Tityra semisfaciata*	Titira enmascarada	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
		Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón canelo	1	SPA 10-50%
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	1	BTTB-PI, SPA 10-50%, SPA -10%
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	2	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Sotorrey-Ruiseñor Sureño	1	BTTB-PI

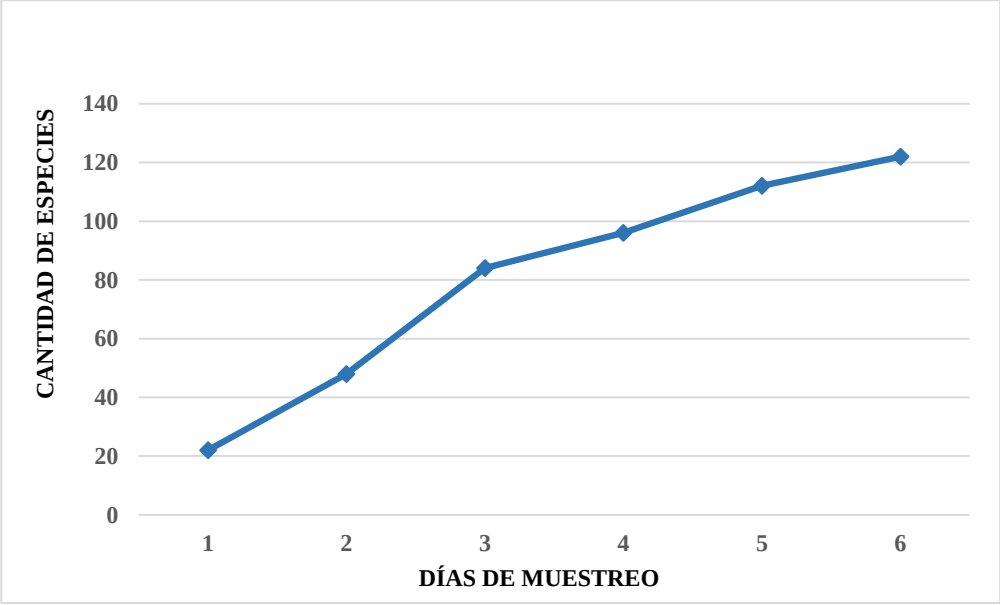
Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos	Tipo de vegetación
		Pheugopedius fasciatoventris	Soterrey ventrinegro	1	BTTB-PI
		Cantorchilus nigricapillus	Soterrey castaño	1	BTTB-PI
		Henicorhina leucosticta	Soterrey-selvático pechiblanco	2	BTTB-PI
	Poliotilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	3	BTTB-PI, SPA 10-50%, SPA -10%
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	7	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	2	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
	Vireonidae	*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	2	BTTB, SPA 10-50%
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	8	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%, SPA -10%
	Turdidae	*Catharus minimus**	Zorzal carigris	2	BTTB
		Turdus grayi	Mirlo pardo	4	BTTB, BTTB-PI, SPA 10-50%
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	2	BTTB-PI, SPA 10-50%
		*Parkesia noveboracensis**	Reinita.acuártica norteña	2	SPA 10-50%,
		*Protonotaria citrea**	Reinita protonotaria	1	SPA 10-50%, , Ma
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	3	BTTB-PI, SPA 10-50, SPA -10%
		*Setophaga pensylvanica**	Reinita flanquicastaña	2	SPA 10-50%, SPA -10%
		*Setophaga ruticilla**	Candelita norteña	2	Ma
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	2	Ma
		Vermivora chrysoptera	Reinita alidorada	1	SPA -10%
Passeriformes	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tángara hombriblanca	5	BTTB, BTTB-PI
		Thraupis palmarum	Tángara palmera	3	SPA 10-50%, SPA -10%
		Tiaris olivaceus	Semillero cariamarillo	1	% SPA -10%
		Tangara larvata	Tángara capuchidorada	2	SPA 10-50%, SPA -10%
		Coereba flaveola	Reimita mielera	1	SPA -10%
		Saltator maximus	Saltador gorguianteado	1	SPA 10-50%
	Incertae Sedis	*Mitrospingus cassinii*	Tángara carinegruzca	1	BTTB-PI
	Cardinalidae	*Piranga rubra**	Tángara veranera	2	SPA 10-50%, SPA -10%
	Icteridae	*Cacicus cela*	Cacique lomiamarillo	8	SPA 10-50%
		Icterus chrysater	Bolsero dorsiamarillo	1	SPA 10-50%

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos	Tipo de vegetación
		Psarocolius decumanus	Oropéndola crestada	1	SPA 10-50%
		Psarocolius wagleri	Oropéndula cabecicastaña	2	SPA 10-50%
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	2	SPA 10-50%
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	1	SPA 10-50%

Fuente: Elaborado por el especialista en base a su resultados de campo. 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria ** Especie Migratoria/Local, **Tipo de Vegetación BTTB=** Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido**, BTTB-PI** Bosque ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido**, SPA 10-50%**=Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa 10-50%, **SPA -10%**= Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa menor del 10%, **Ma=**Manglar.

La curva acumulativa de especies en el tramo bajo muestra una tendencia hacia el ascenso, lejos de mostrar una aplanamiento que nos refleje la obtención de una buena estimación de la riqueza de especies para este tramo de la cuenca (gráfica 4-44). Por ende, se necesita un mayor esfuerzo de muestreo que para lograr que la una curva refleje una buena estimación de la riqueza de aves. No obstante, en este tramo el valor obtenido (≈ 120 especies) fue mayor que en los otros dos tramos.

Gráfica 4-44
Curva acumulativa de especies en el tramo bajo de la cuenca de río Indio



- **Bosque pennenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB)**

En el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio se registran 28 especies, distribuidas en nueve ordenes, 19 familias y 50 individuos. Passeriformes fue el orden más diverso y abundante con 10 familias, 17 géneros, 17 especies y 30 individuos. La especie más reportada fue el ermitaño piquilargo (*Phaethornis longirostris*) con seis individuos. Se registra también en éste tipo de vegetación tres especies migratorias (tabla 4-117)

Tabla 4-117
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila cassinii*	Paloma rabiblanca	1
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Lurocalis semitorquatus*	Añapero colicorto	1
Apodiformes	Trochilidae	*Glaucis hirsutus*	Ermitaño pechicanelo	1
	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño piquilargo	6
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon rufus*	Trogón gorguinegro	1
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus martii*	Momoto rufo	2
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	3
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	1
		Ramphastos ambiguus	Tucán piquinegro	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará coroninegro	2
		Epinecrophylla fulviventris	Hormiguero leonado	2
		Microrhopias quixensis	Hormiguero alipunteado	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	4
	Formicariidae	*Formicarius analis*	Formicario carinegro	2
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	3
	Tyrannidae	*Oncostoma olivaceum*	Picotorcido sureño	1
		Attila spadiceus	Atila lomiamarilla	1
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Vireonidae	*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	2
	Turdidae	*Catharus minimus**	Zorzal carigris	2
		Turdus grayi	Mirlo pardo	1
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tángara hombriblanca	4

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
**Leyenda: ***Especie Migratoria

En el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio con el método de búsqueda generalizada con un esfuerzo de 14 horas/hombre, se registran 27 especies, distribuidas en nueve ordenes, 19 familias y 48 individuos. Passeriformes fue el orden más diverso y abundante con 10 familias, 17 géneros, 17 especies y 29 individuos. La especie más reportada fue el ermitaño piquilargo (*Phaethornis longirostris*) con seis eindividuos, seguido por el hormiguero dorsicastaño (Myrmeciza exsul) con cuatro individuos. Se registra también en éste tipo de vegetación tres especies migratorias todas pertenecientes al orden Passeriformes (tabla 4-118)

Tabla 4-118
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados por el método de búsqueda generalizada en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila cassinii*	Paloma rabiblanca	1
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Lurocalis semitorquatus*	Añapero colicorto	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño piquilargo	6
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon rufus*	Trogón gorguinegro	1
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus martii*	Momoto rufo	2
		Electron platyrhynchum	Momoto piquiancho	3
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico iris	1
		Ramphastos ambiguus	Tucán piquinegro	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Batará coroninegro	2
		Epinecrophylla fulviventris	Hormiguero leonado	2
		Microrhopias quixensis	Hormiguero alipunteado	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	4
	Formicariidae	*Formicarius analis*	Formicario carinegro	2
	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	1
	Tyrannidae	*Oncostoma olivaceum*	Picotorcido sureño	1
		Attila spadiceus	Atila lomiamarilla	1
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	1
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Vireonidae	*Vireo olivaceus**	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	2
	Turdidae	*Catharus minimus**	Zorzal carigris	2
		Turdus grayi	Mirlo pardo	1

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tángara hombriblanca	4

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

En el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio con el uso de redes de niebla con un esfuerzo de 25.2 horas/redes, se registran dos especies, distribuidas en dos ordenes, dos familias y tres individuos. Apodiformes y Passeriformes fueron los órdenes representados, reportando a Passeriformes con dos individuos como el mejor representado. La especie más capturada fue trepatroncos pico de cuña (*Glyphorynchus spirurus*) con dos individuos (tabla 4-119).

Tabla 4-119
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos
Capturados con redes en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas no intervenido (BTTB) del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Glaucis hirsutus*	Ermitaño pechicanelo	1
Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos pico de cuña	2

- **Bosque pennenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río indio.**

Para el bosque pennenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río indio se registran 79 individuos, 36 géneros, 38 especies, 17 familias más un Genera Insetae Sedis y 7 órdenes. El órden Passeriformes fue el más diverso y abundante con 43 individuos, 24 géneros, 24 especies y 11 familias más un Genera Insertae Sedis. Se observaron tres especies migratorias de la familia Tyrannidae y Parulidae (tabla 4-120).

Tabla 4-120
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos
en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Chachalaca cabecigris	4
Apodiformes	Trochilidae	*Threnetes ruckeri*	Barbita colibandeada	3
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	3
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	3
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	2
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	4

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
		Ramphastos ambiguus	Tucán piquinegro	2
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro frentirrojo	4
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Hormiguero carinegro	4
		Microrhopias quixensis	Hormiguero alipunteado	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	4
Passeriformes	Furnariidae	*Sclerurus guatemalensis*	Tirahojas Gorguiescamoso	1
		Dendrocincla fuliginosa	Trepatroncos pardo	1
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	2
		Xiphorhynchus susurrans	Trepatroncos chocolate	1
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	2
		Mionectes oleagineus	Mosquero ventriocráceo	1
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	2
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	3
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	1
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	5
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Sotorrey-Ruiseñor Sureño	2
		Pheugopedius fasciatoventris	Soterrey ventrinegro	3
		Cantorchilus nigricapillus	Soterrey castaño	1
		Henicorhina leucosticta	Soterrey -selvático pechiblanco	2
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	2
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	3
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	1
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tángara hombriblanca	1
	Incertae sedis	*Mitrospingus casini*	Tángara carinegruza	4

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

Para el bosque pennenifolio ombrófilo tropical de tierras bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río indio con el método de búsqueda generalizada y un esfuerzo de 16 horas/hombre se registran 74 individuos, 33 géneros, 35 especies, 16 familias más un Genera Insetae Sedis y 6 órdenes. El órden Passeriformes fue el más diverso y abundante con 42 individuos, 22 géneros, 22 especies y 11 familias más un Genera Insertae Sedis. Se observaron tres especies migratorias de la familia Tyrannidae y Parulidae. Las especies representativas

fueron el tucan pico iris (*Ramphastos sulfuratus*), el loro frentirrojo (*Amazona autumnalis*), el hormiguero dorsicastaño (*Myrmeciza exsul*) y el saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus*) con cuatro individuos cada uno (tabla 4-121).

Tabla 4-121
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizada en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio.

Orden	**Familia**	***Especie***	**Nombre común**	**No de individuos**
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*	Chachalaca cabecigris	4
Apodiformes	Trochilidae	*Threnetes ruckeri*	Barbita colibandeada	2
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	2
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	3
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	2
		Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	4
		Ramphastos ambiguus	Tucán piquinegro	2
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro frentirrojo	4
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*	Hormiguero carinegro	4
		Microrhopias quixensis	Hormiguero alipunteado	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	4
Passeriformes	Furnariidae	*Dendrocincla fuliginosa*	Trepatroncos pardo	1
		Glyphorynchus spirurus	Trepatroncos pico de cuña	2
		Xiphorhynchus susurrans	Trepatroncos chocolate	1
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	2
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	2
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	3
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	1
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	4
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Sotorrey-Ruiseñor Sureño	2
		Pheugopedius fasciatoventris	Soterrey ventrinegro	3
		Cantorchilus nigricapillus	Soterrey castaño	1
		Henicorhina leucosticta	Soterrey -selvático pechiblanco	2
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	2

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	No de individuos
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	3
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	1
	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*	Tángara hombriblanca	1
	Incertae sedis	*Mitrospingus casini*	Tángara carinegruzca	4

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017. Leyenda: *Especie Migratoria

En el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio utilizando redes de niebla y con un esfuerzo de 17.2 horas/redes se capturaron seis individuos, seis especies, distribuidas en cuatro familias y dos órdenes. Trochilidae fue la familia más representativa con tres especies (tabla 4-122).

Tabla 4-122

Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados utilizando redes en el Bosque perennifolio ombrófilo tropical de Tierras Bajas poco intervenido (BTTB-PI) del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Apodiformes	Trochilidae	*Threnetes ruckeri*	Barbita colibandeada	1
		Phaethornis longirostris	Ermitaño colilargo	1
		Thalurania colombica	Ninfa coroniazul	1
Passeriformes	Furnariidae	*Sclerurus guatemalensis*	Tirahojas Gorguiescamoso	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquero ventriocráceo	1

- **Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) del tramo bajo de río indio.**

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) del tramo bajo de río indio con el método de búsqueda generalizada con un esfuerzo de 17.3 horas/hombre incluyendo la vegetación del Palmar se registran 149 individuos, 74 especies, 66 géneros, 31 familias y 14 órdenes. Passeriformes fue el órden más abundante y diverso con 49 individuos, 49 especies, 15 familias. La familia Tyrannidae fue la mejor representada para éste tipo de vegetación con 21 especies y 35 individuos. Se registraron 10 especies migratorias, cinco de ellas de la familia Parulidae. La oropéndola crestada (*Psarocolius decumanus*) con 11 especies fue la especie más abundante, (tabla 4-123).

Tabla 4-123
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadasen el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) incluyendo el palmar del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Suliformes	Phalocrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	8
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga	2
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta nívea	7
		Egretta caerulea	Garceta azul chica	5
		Bubulcus ibis	Garceta bueyera	3
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Gallinazo cabecirrojo	1
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora*	1
	Accipitridae	*Morphnus guianensis*	Águila crestada	1
		Harpagus bidentatus	Elanio bidentado	1
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	2
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga major*	Garrapatero mayor	3
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho moteado	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	1
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín pescador amazónico	1
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	8
	Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero carinegro	1
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	2
		Trogon chionurus	Trogón coliblanco	1
		Trogon caligatus	Trogón enligado	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Cymbilaimus lineatus*	Batará lineado	1
		Thamnophilus atrinucha	Batará coroninegro	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	1
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Tretatroncos chocolate	2
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	1
		Zimmerius vilissimus	Tiranolete cejigris	1
		Tyrannulus elatus	Tiranolete coroniamarillo	2
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplato oliváceo	2
		*Empidonax virescens**	Mosquerito verdoso	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	1
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	2
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Myiozetetes similis	Mosquero social	1
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	3
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1
		Elaenia flavogaster	Elaenia penachuda	2
		Colonia colonus	Tirano colilargo	2
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1
		*Contopus virens**	Pibí oriental	2
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	3
		Megarynchus pitangua	Mosquero picudo	2
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	2
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	1
		Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón canelo	1
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	2
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	6
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	1
		*Parkesia noveboracensis**	Reinita.acuártica norteña	2
		*Protonotaria citrea**	Reinita protonotaria	1
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	3
		*Setophaga pensylvanica**	Reinita flanquicastaña	1
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera	2
		Tangara larvata	Tángara capuchidorada	1
		Saltator maximus	Saltador gorguianteado	1
	Cardinalidae	*Piranga rubra **	Tángara veranera	1
	Icteridae	*Cacicus cela*	Cacique lomiamarillo	8
		Icterus chrysater	Bolsero dorsiamarillo	1
		Psarocolius decumanus	Oropéndola crestada	11
		Psarocolius wagleri	Oropéndola cabecicastaña	2
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	2

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Euphonia fulvicrissa	Eufonia ventricanela	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) del tramo bajo de río indio con el método de búsqueda generalizada con un esfuerzo de 12.90 horas/hombre sin incluir la vegetación del Palmar se registra 69 individuos, 46 especies, 42 géneros, 22 familias y siete órdenes. Passeriformes fue el órden más abundante y diverso con 51 individuos, 33 especies, 15 familias. La familia Tyrannidae fue la mejor representada para éste tipo de vegetación con 14 especies y 20 individuos. Se registran cinco especies migratorias, (tabla 4-124).

Tabla 4-124
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) sin incluir el palmar del tramo bajo de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú chico	1
Accipitriformes	Accipitridae	*Harpagus bidentatus*	Elanio bidentado	1
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	1
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho moteado	1
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	8
	Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero carinegro	1
		Campephilus melanoleucos	Carpintero crestirrojo	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*	Trogón colipizarra	2
		Trogon chionurus	Trogón coliblanco	1
		Trogon caligatus	Trogón enligado	1
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	2
Passeriformes	Thamnophilidae	*Cymbilaimus lineatus*	Batará lineado	1
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Tretatroncos chocolate	1
	Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	Tiranolete coroniamarillo	2
		Rhynchocyclus olivaceus	Picoplato oliváceo	2
		*Empidonax virescens**	Mosquerito verdoso	1
		Oncostoma olivaceum	Picotorcido sureño	1
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
		*Myiarchus crinitus**	Copetón viajero	2
		Myiodynastes maculatus	Mosquero rayado	1
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	2
		Colonia colonus	Tirano colilargo	2
		*Contopus virens**	Pibí oriental	2
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	1
		Megarynchus pitangua	Mosquero picudo	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	1
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	1
		Pachyramphus cinnamomeus	Cabezón canelo	1
	Cotingidae	*Querula purpurata*	Querula gorguimorada	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
		Ceratopipra mentalis	Saltarín cabecirrojo	1
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojirrojo	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	6
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	1
	Parulidae	*Oreothlypis peregrina**	Reinita verdilla	1
		Setophaga castanea	Reinita pechicastaña	3
		Setophaga pensylvanica	Reinita flanquicastaña	1
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera	2
		Tangara larvata	Tángara capuchidorada	1
		Saltator maximus	Saltador gorguianteado	1
	Cardinalidae	*Piranga rubra* *	Tángara veranera	1
	Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero dorsiamarillo	1
		Psarocolius decumanus	Oropéndola crestada	1
	Fringillidae	*Euphonia fulvicrissa*	Eufonia ventricanela	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

Palmar

Este tipo de vegetación se ha considerado dentro de la sección del Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de 10-50% (SPA 10-50%) su nombre de palmar proviene del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) que había en dicho lugar. Este tipo de vegetación mediante el método de búsqueda generalizada con 4.40 horas/hombre presentó 80 individuos, 37 especies, 34 géneros, 17 familias y nueve órdenes. Passeriformes fue el orden más representativo con 40 individuos, 19 especies y 6 familias. Tyrannidae con 11 especies y 13 individuosfue la familia más diversa. Se registraron tres especies migratorias para éste tipo de vegetación. La oropéndola crestada (*Pasocolius decumanus*), el cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) y el cacique lomiamarillo (*Cacicus cela*) 10, 8 y 8 individuos respectivamente, fueron las especies mas abundantes (tabla 4-125).

Tabla 4-125

Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Palmar del tramo bajo de río Indio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Suliformes	*Phalocrocoracidae*	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	8
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga	2
Pelecaniformes	*Ardeidae*	*Egretta thula*	Garceta nívea	7
		Egretta caerulea	Garceta azul chica	5
		Bubulcus ibis	Garceta bueyera	3
Cathartiformes	*Cathartidae*	*Cathartes aura*	Gallinazo cabecirrojo	1
Accipitriformes	*Pandionidae*	*Pandion haliaetus**	Águila pescadora*	1
	Accipitridae	*Morphnus guianensis*	Águila crestada	1
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	1
Charadriiformes	*Charadriidae*	*Vanellus chilensis*	Tero sureño	2
Cuculiformes	*Cuculidae*	*Chrotophaga major*	Garrapatero mayor	3
Apodiformes	*Trochilidae*	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	1
		Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	1
		Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	1
Coraciiformes	*Alcedinidae*	*Chloroceryle amazona*	Martín pescador amazónico	1
Passeriformes	*Thamnophilidae*	*Thamnophilus atrinucha*	Batará coroninegro	1
		Myrmeciza exsul	Hormiguero dorsicastaño	1
	Furnariidae	*Xiphorhynchus susurrans*	Trepatroncos chocolate	1
	Tyrannidae	*Ornithion brunneicapillus*	Tiranolete gorripardo	1
		Zimmerius vilissimus	Tiranolete cejigris	1
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	1
		Mionectes oleagineus	Mosquerito ventriocráceo	1
		Elaenia flavogaster	Elaenia penachuda	2
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1
		Myiarchus panamensis	Copetón panameño	1
		Myiozetetes similis	Mosquero social	1
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	2
		Megarynchus pitangua	Mosquero picudo	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	1
	Pipridae	*Manacus vitellinus*	Saltarín cuellidorado	1
	Parulidae	*Parkesia noveboracensis**	Reinita.acuártica norteña	2
		*Protonotaria citrea**	Reinita protonotaria	1
	Icteridae	*Cacicus cela*	Cacique lomiamarillo	8
		Pasocolius decumanus	Oropéndola crestada	10
		Psarocolius wagleri	Oropéndula cabecicastaña	2
	Fringillidae	*Euphonia luteicapilla*	Eufonia coroniamarilla	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

Manglar

Este tipo de vegetación es un tipo especial de la cual queda poca representación en Panamá, con un esfuerzo de 3.00 horas/hombre se registran 45 individuos, 21 especies, 19 géneros, 11 familias y nueve órdenes. Passeriformes fue el órden más abundante y representativo con 21 individuos, 10 especies y tres familias. Tyrannidae y Parulidae con seis y tres especies fueron las familias más representativas. La garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*) y el pibí oriental con ocho y cinco individuos fueron las especies mas abundantes en éste tipo de vegetación. Se registraron cuatro especies migratorias, tres de ellas pertenecientes a la familia Parulidae. Este tipo de vegetación sirve no sólo como fuente de alimento, sino de refugio para especies tanto locales como migratorias (tabla 4-126).

Tabla 4-126
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadas en el Manglar del tramo bajo de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Pelecaniformes	*Ardeidae*	*Ardea alba*	Garceta grande	1
		Cochlearius cochlearius	Garza cucharón	8
Cathartiformes	*Cathartidae*	*Cathartes aura*	Gallinazo cabecirrojo	2
Columbiformes	*Columbidae*	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	1
		Leptotila verreauxi	Paloma rabiblanca	1
Accipitriformes	*Accipitridae*	*Buteogallus urubitinga*	Gavilán-negro mayor	1
Cuculiformes	*Cuculidae*	*Crotophaga major*	Garrapatero mayor	1
		Crotophaga ani	Garrapatero piquiliso	5
Apodiformes	*Trochilidae*	*Chlorostilbon assimilis*	Esmeralda jardinera	1
Coraciiformes	*Alcedinidae*	*Megaceryle torquata*	Martín pescador grande	1
Piciformes	*Picidae*	*Melanerpes rubricapillus*	Carpintero coronirrojo	2
Passeriformes	*Furnariidae*	*Dendroplex picus*	Tretatroncos piquirecto	1
	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Espatulilla común	3
		*Contopus virens**	Pibí oriental	5
		Contopus cinereus	Pibí tropical	1
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo mayor	1
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	4
		Myiozetetes similis	Mosquero social	1
	Parulidae	*Protonotaria citrea**	Reinita protonotaria	1
		*Setophaga ruticilla**	Candelita norteña	2
		*Setophaga petechia**	Reinita amarilla	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de -10% (SPA -10%) del tramo bajo de río indio.

En el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa de -10% (SPA -10%) del tramo bajo de río indio con el método de búsqueda generalizada con 2.90 horas/hombre se se registran 35 individuos, 26 especies, 26 géneros, 13 familias y siete órdenes. La familia Tyrannidae y Thraupidae con cinco y cuatro especies cada una, fueron las familias mejor representadas. Del total de especies, cinco fueron migratorias (tabla 4-127).

Tabla 4-127
Órdenes, familias, especies y abundancia de individuos registrados con el método de búsqueda generalizadasen el Sistema productivo de vegetación leñosa o espontánea significativa menos del 10% (SPA -10%) del tramo bajo de río Indio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No de individuos
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	Garza-tigre castaña	1
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Gallinazo negro	4
		Cathartes aura	Gallinazo cabecirrojo	1
		Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	1
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita rojiza	1
		Claravis pretiosa	Tortolita azul	1
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Ermitaño colilargo	1
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Trogón enligado	1
Piciformes	Picidae	*Melanerpes pucherani*	Carpintero carinegro	2
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	Tiranolete coroniamarillo	2
		Myiozetetes cayanensis	Mosquero alicastaño	1
		Todirostrum cinereum	Espatulilla común	2
		*Contopus virens**	Pibí oriental	2
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo grande	1
	Tityridae	*Tityra inquisitor*	Titira coroninegra	1
		Pachyramphus polychopterus	Cabezón aliblanco	1
	Corvidae	*Cyanocorax affinis*	Urraca pechinegra	3
	Polioptilidae	*Polioptila plumbea*	Perlita tropical	1
	Parulidae	*Vermivora chrysoptera**	Reinita alidorada	1
		*Setophaga castanea**	Reinita pechicastaña	2
		*Setophaga pensylvanica**	Reinita flanquicastaña	1
	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera	1
		Tiaris olivaceus	Semillero cariamarillo	1
		Tangara larvata	Tángara capuchidorada	1
		Coereba flaveola	Reinita mielera	1
	Cardinalidae	*Piranga rubra* *	Tángara veranera	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Leyenda: *Especie Migratoria

- **Estado de conservación de las aves**

Del total de especies registradas para el tramo bajo, 20 especies están contempladas bajo una de las categorías de conservación. Estas 20 especies estuvieron distribuidas en siete órdenes y siete familias, donde la familia Trochilidae nueve especies, fue la más representativa, (tabla 4-12).

Categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente:
Dentro de ésta instancia (MiAMBIENTE 2016), considera a la especie de mayor importancia en conservación al águila crestada (*Morphnus guianensis*), que es considerada en peligro crítico (CR). Las otras especies (20) son consideradas vulnerables (VU), entre ellas, el Tinamú grande (*Tinamus major*), especie que es objeto de presión por la cacería (Tabla 4-128). La mayoría de estas especies están bajo amenaza debido a la alteración y destrucción de hábitat, y otras por el tráfico ilegal de especies (tabla 4-125).

CITES:
Dentro de ésta categoría hay 19 especies en el Apéndice II de CITES para el tramo bajo de río Indio (Tabla 4-128). CITES toma en cuenta especies que están en riesgo por el tráfico ilegal. Aves como los gavilanes, colibríes y búhos son comercializados en algunas regiones del mundo, pero no hay información que se haga en Panamá (tabla 4-128)

UICN:
De las aves observadas, sólo se registró el águila crestada (*Morphnus guianensi*) dentro de la categoría de LR es decir dentro de riesgo menor, mientras que el resto de las especies son consideradas de poca preocupación (LC) (Tabla 4-128). Sin embargo, UICN hace una valoración de cada especie dentro de su distribución total, por lo que a veces no refleja la situación a nivel local de un país (tabla 4-128).

Tabla 4-128
Especies de aves registradas en el tramo bajo de río Indio bajo categoría de amenaza de acuerdo con el Ministerio de Ambiente, CITES y UICN

Taxón	Nombre Común	MiAMBIENTE (2016)	CITES	UICN
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
Tinamus major	Tinamú grande	VU		LC
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
Threnetes ruckeri	Barbita colibandeada	VU	II	LC
Phaethornis longirostris	Ermitaño piquilargo	VU	II	LC
Phaethornis striigularis	Ermitaño chico	VU	II	LC
Thalurania colombica	Ninfa coronada	VU	II	LC
Florrisuga mellivora	Jacobino nuquiblanco	VU	II	LC
Glaucis hirsutus	Ermitaño pechicanelo	VU	II	LC
Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	VU	II	LC
Amazilia amabilis	Amazilia pechiazul	VU	II	LC
Chalybura buffonii	Calzonario de Buffón	VU	II	LC
Orden: Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
Buteo albonotatus	Gavilán colifajeado	VU	II	LC

Taxón	Nombre Común	MiAMBIENTE (2016)	CITES	UICN
Buteogallus urubitinga	Gavilán negro mayor	VU	II	LC
Morphnus guianensis	Águila crestada	CR	II	LR
Harpagus bidentatus	Elanio bidentado	VU	II	LC
Orden Strigiformes				
Familia: Strigidae				
Ciccaba virgata	Búho moteado	VU	II	LC
Orden Piciformes				
Familia Ramphastidae				
Ramphastos sulfuratus	Tucán pico iris	VU	II	LC
Ramphastos ambiguus	Tucán piquinegro	VU	II	LC
Orden Psittaciformes				
Familia Psittacidae				
Pionus mentruus	Loro cabeciazul	VU	II	LC
Amazona autumnalis	Amazona frentirrojo	VU	II	LC
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
Sclerurus guatemalensis	Tirahojas gorguiescamoso	VU		

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.
Estado de Conservación: Ley Nacional: **VU** (Vulnerable), **EN** (En Peligro**), CR** (En peligro crítico), **UICN (**Union Internacional de Especies Amenazadas de Fauna): **LC** de poca preocupación, **LR** (Riesgo menor o dependiente de conservación), **CITES** (Convención Sobre el Comercio Inmternacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna silvestre): I (Apéndice I), II (Apéndice II).

4.2.2.3 Mamíferos

Diversidad taxonómica y riqueza de especies

Para el grupo de los mamíferos del área del tramo alto, medio y bajo de río Indio, se muestreó un total de 24 días entre el 9 al 20 de agosto y del 8 al 19 de noviembre de 2017. En esta fase de estación lluviosa se trabajó en una variedad de hábitats, tales como bosques en diferentes estados de madurez, cuerpos de agua y áreas abiertas. El esfuerzo de muestreo abarcó unas 740 horas/redes para las capturas de murciélagos, 444 noches/trampas para la captura de mamíferos pequeños (tabla 4-129). También se empleó para registrar los mamíferos medianos y grandes, un esfuerzo total de muestreo de 46.8 km de recorrido total en los transectos lineales, de los cuales 12 km fueron recorridos diurnos y 12 km fueron recorridos nocturnos. En el caso de las cámaras trampas el esfuerzo fue de 56 noches/trampas.

Tabla 4-129
Esfuerzo de muestreo total por tipo de vegetación y tramo de la cuenca

TRAMO ALTO DE LA CUENCA							
Sitios	Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000)	Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1,000) poco intervenido.	Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1,000) bastante intervenido	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa (menor 10%)	Bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1,000-1,500)	Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1,000) poco intervenido	**Total**
Transectos	**3.2 km** (1.6km nocturnos, 1.6 km diurnos).	**3.2 km** (1.6km nocturnos, 1.6 km diurnos).	**3.2 km** (1.6km nocturnos, 1.6 km diurnos).	**3.2 km** (1.6 km nocturnos, 1.6 km diurnos).	**2.0 km (**1.0 km nocturno, 1.0 km diurno)	**2.0 km (**1.0 km nocturno, 1.0 km diurno)	**16.8 km (8.4 km diurnos, 8.4 km nocturnos)**
Redes	**100 horas/redes** 4 h × 5 redes x 5 días	**100 horas/redes** 4 h × 5 redes x 5 días	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	No se aplicó este método	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	**380 horas/redes**
Trampas	**60 noches/trampas** 5 noches × 12 trampas	**60 noches/trampas** 5 noches × 12 trampas	**60 noches/trampas** 5 noches × 12 trampas	No se aplicó este método	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**252 noches/trampas**
Cámaras Trampas	**10 noches/trampas** 5 días × 2 estaciones	**10 noches/trampas** 5 días × 2 estaciones	No se aplicó este método	No se aplicó este método	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	**32noches/trampas**

Fuente: trabajo de campo del consultor

TRAMO MEDIO DE LA CUENCA						
Sitios	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas	Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifioliado de tierras bajas - poco intervenido	Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido	Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa (menor 10%)	Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)	**Total**
Transectos	**2.4 km** (1.2km nocturnos, 1.2 km diurnos).	**2.4 km** (1.2km nocturnos, 1.2 km diurnos).	**2.4 km** (1.2km nocturnos, 1.2 km diurnos).	**2.4 km** (1.2km nocturnos, 1.2 km diurnos).	**2.4 km** (1.2km nocturnos, 1.2 km diurnos).	**12.0 km** (6.0 km diurnos, 6.0 km nocturnos)

Redes	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	**40 horas/redes** 4 h × 5 redes x 2 días	No se aplicó este método	**20 horas/redes** 4 h × 5 redes x 1 días	**180 horas/redes**
Trampas	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 5 noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 5 noches × 12 trampas	**24 noches/trampas** 2 noches × 12 trampas	**24 noches/trampas** 2 noches × 12 trampas	**156 noches/trampas**
Cámaras Trampas	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	No se aplicó este método	No se aplicó este método	No se aplicó este método	**12 noches/trampas**

Fuente: trabajo de campo del consultor

TRAMO BAJO DE LA CUENCA						
Sitios	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - poco intervenido	Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (menor de 10%)	Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido	Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)	**Total**
Transectos	**3.6 km** (1.8 km nocturnos, 1.8 km diurnos).	**3.6 km** (1.8 km nocturnos, 1.8 km diurnos).	**3.6 km** (1.8 km nocturnos, 1.8 km diurnos).	**3.6 km** (1.8km nocturnos, 1.8 km diurnos).	**3.6 km** (1.8km nocturnos, 1.8 km diurnos).	**18.0 km** (9.0 km diurnos, 9.0 km nocturnos)
Redes	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	**60 horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	No se aplicó este método	**60 Horas/redes** 4 h × 5 redes x 3 días	No se aplicó este método	**180 horas/redes**
Trampas	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 3noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**36 noches/trampa** 3 noches × 12 trampas	**36 noches/trampas** 3 noches × 12 trampas	**180 noches/trampas**
Cámaras Trampas	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	**6 noches/trampas** 3 días × 2 estaciones	No se aplicó este método	No se aplicó este método	No se aplicó este método	**12 noches/trampas**

Fuente: trabajo de campo del consultor

Para la cuenca del río Indio en la temporada lluviosa se obtuvieron registros de 51 especies, 21 familias y nueve órdenes de mamíferos (tabla 4-130). Los órdenes con mayor diversidad fueron el de los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y 21 especies; los carnívoros (Carnívora), con cuatro familias y nueve especies; y los roedores (Rodentia), con cuatro familias y siete especies. Las familias con mayor diversidad fueron la de los murciélagos (Phyllostomidae), con 20 especies; los felinos (Felidae), con cuatro especies; mientras que los mapaches (Procyonidae) con dos especies y zarigüeyas (Didelphidae), con tres especies (tabla 4-127).

Tabla 4-130
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	3
CINGULATA	Dasypodidae	2
PILOSA	Bradypodidae	1
	Megalonychidae	1
	Myrmecophagidae	1
PRIMATES	Atelidae	1
	Cebidae	1
	Callitrichidae	1
RODENTIA	Sciuridae	3
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	2
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	20
	Desmodontidae	1
CARNIVORA	Felidae	4
	Mustelidae	2
	Mephitidae	1
	Procyonidae	2
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1
	Cervidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Entre las especies observadas, según las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), se reporta una especie en peligro (EN) y ocho especies consideradas vulnerables (VU). Adicional de acuerdo con la UICN se registra una especie considerada vulnerable (VU). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se registran cinco especies incluidas en el apéndice I, una especie en el apéndice II y dos especies en el apéndice III (tabla 4-131).

Tabla 4-131
Especies protegidas

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
PRIMATES					
Atelidae	Mono aullador	*Alouatta palliata*	VU	-	-
Cebidae	Mono cara blanca	*Cebus capucinus*	EN	II	-
Callitrichidae	Mono titi	*Saguinus geoffroyi*	VU	I	-
RODENTIA					
Echimyidae	Rata arbórea	*Diplomys labilis*	VU	-	LR
Cuniculidae	Conejo pintado	*Cuniculus paca*	VU	III	LC
CARNIVORA					
Felidae	Tigrillo congo	*Puma yagouaroundi*	VU	I	LC
	Manigordo	*Leopardus pardalis*	VU	I	LC
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*	VU	I	-
	Tigre, jaguar	*Panthera onca*	EN	I	NT
Mustelidae	Gato de agua	*Lontra longicaudis*	-	I	VU
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae	Saíno	*Pecari tajacu*	VU	II	LC
Cervidae	Venado	*Odocoileus virginianus*	VU	III	DD

Fuente: trabajos de campo para este estudio y bibliografía consultada. IUCN (2012) y LEGISLACIÓN PANAMEÑA (2016): DD= Datos Deficientes; LC= Riesgo Menor; NT= Cercano a peligro; VU= Vulnerable; EN= En Peligro; CR= Peligro Crítico; EX=Extinto. CITES (2012): Apéndices I, II y III de CITES.

Distribución y abundancia de especies

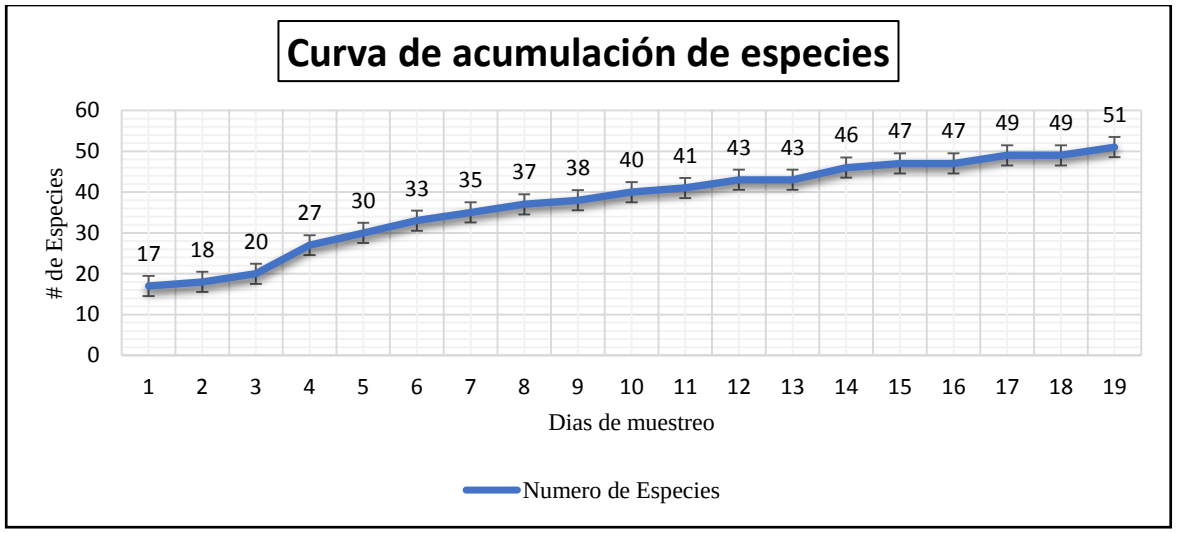
El tramo de la cuenca con el mayor número de especies únicas fue el tramo alto con 16 que no se registraron en los demás tramos de estudio. Estas especies únicas eran nueve murciélagos (*Enchisthenes hartii*, *Lophostoma brasiliense*, *Micronycteris hirsuta*, *Chirideerma villosum,* por mencionar algunas.), un marsupial (*Metachirus nudicaudatus*), dos roedores (*Diplomys labilis y Microsciurus alfari*), un armadillo (*Cabassous centralis*), un venado (*Odocoileus virginianus*), una nutria (*Lontra longicaudis*) y dos felinos (*Panthera onca* y *Puma yaguarondi*). En el tramo medio se obtuvieron tres especies únicas, estas fueron un murciélagos (*Centurio senex*), un perezoso (*Choloepus hoffmani*) y un carnívoro el mapache (*Procyon lotor*). En el tramo bajo solo se registraron tres especies únicas, estas fueron un primate (*Cebus capucinus*), un felino (*Leopardus wiedii*) y una ardilla (*Sciurus variegatodes*).

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies para las 51 especies de mamíferos reportadas, presenta la típica forma de otros inventarios biológicos, en donde los muestreos iniciales muestran un

marcado incremento en la adición de nuevas especies pero al final se muestra una disminución en el incremento o se estabiliza (valor constante) (gráfica 4-45). Este patrón se observa en este estudio entre los días 4 y 13 de muestreo, con un aumento de 23 especies para luego disminuir el incremento entre los días 13 y 19 de muestreo con solo la adición de 5 especies (gráfica 4-45). Al final de la curva para haber una estabilización en la acumulación de especies entre los días 17 y 19 con solo la adición de dos especies. De manera general, la acumulación promedio por día de muestreo fue de casi dos especies (1.7 especies).

Gráfica 4-45
Curva de acumulación de especies para la cuenca de río Indio



Índice de similitud de Sorensen, entre tramos de la cuenca

Con el propósito de establecer la semejanza entre la composición taxonómica de los tramos altos, medio y bajo de la cuenca utilizamos el índice cualitativo de Similitud de Sorensen (Cs). Se obtuvo un rango de similitud entre los sitios del 54-64 %, con predominancia entre 54-55%. El tramo alto es el sitio que comparte más especie (Cs= 64.8%) con los otros tramo (medio y bajo) mientras que el tramo bajo y medio comparte ligeramente más de la mitad de las especies (Cs= 54.5-55.3%). El tramo alto comparte con el tramo medio la mayoría de las especies (Cs= 64.8%). El tramo bajo con el tramo alto muestran la menor similitud (Cs= 54.5%), tabla 4-132.

Tabla 4-132
Valores de similitud en la composición de las especies de mamíferos entre tramos de la cuenca

Sitios muestreados	Tramo alto	Tramo medio	Tramo bajo
Tramo alto	100		
Tramo medio	64.8	100	
Tramo bajo	54.5	55.3	100

Fuente: elaborado por el consultor

Índice de diversidad para pequeños mamíferos

Para el grupo de mamíferos se aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Simpson (1-D), esto con la utilización del software estadístico Past para biólogos. Para estos índices de diversidad se usaron los datos totales obtenidos para toda la cuenca y se calcularon los indicies de diversidad; de igual forma con los datos totales para cada tramo de la cuenca y por separado que fueron obtenidos de las capturadas durante el trabajo de campo. Con el índice de Shannon-Wiener y el de Simpson, el total de los mamíferos (51 especies, 155 individuos) presenta una diversidad de H´= 3.399 y de 1-D = 0.9512, respectivamente (tabla 4-133).

Tabla 4-133
Indice de Shannon-Wiener y el de Simpson

	Cuenca de río Indio
# de Especies	51
Individuals	264
Simpson_1-D	0.9512
Shannon_H	3.399
Equitatividad_J	0.8645

Fuente: elaborado por el consultor

El índice de Shannon-Wiener (H'), el de Simpson (1-D) y de equitatibildad, calculado para cada tramo de la cuenca, la presentamos en la tabla a continuación. En el mismo podemos observar que el tramo alto de la cuenca presenta la mayor diversidad (H´= 3.381, 1-D= 0.9484), seguido del tramo bajo (H´= 2.900, 1-D=0.9355); el tramo del medio fue el que presento la menor diversidad (H´= 2.869, 1-D=0.9184).

Tabla 4-134
Índices de diversidad para cada tramo de la cuenca

Índices de diversidad para cada tramo de la cuenca			
	Tramo alto	Tramo medio	Tramo bajo
# de especies	46	24	22
Individuos	152	57	55
Simpson_1-D	0.9484	0.9184	0.9355
Shannon_H	3.381	2.869	2.900
Equitatibilidad_J	0.8831	0.8914	0.9381

Fuente: elaborado por el consultor

Tramo alto

Riqueza de especies

La riqueza de especies de mamíferos registrada durante la estación lluviosa para el tramo alto de río Indio estuvo representada por 45 especies, distribuidas en nueve órdenes y 19 familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron el de los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y 20 especies; los carnívoros (Carnívora), con cuatro familias y siete especies, y el de los roedores (Rodentia), con cuatro familias y seis especies. Las familias con mayor diversidad fueron la de los murciélagos (Phyllostomidae), con 19 especies; la de los felinos (Felidae), con tres especies; y el grupo de las zarigüeyas (Didelphidae), con tres especies (tabla 4-135).

Tabla 4-135
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	3
CINGULATA	Dasypodidae	2
PILOSA	Bradypodidae	1
	Myrmecophagidae	1
PRIMATES	Atelidae	1
	Callitrichidae	1
RODENTIA	Sciuridae	2
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	2
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	19

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
	Desmodontidae	1
CARNIVORA	Felidae	3
	Mustelidae	2
	Mephitidae	1
	Procyonidae	1
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1
	Cervidae	1

Fuente: Elaborado por el consultor en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Riqueza de especies por tipo de vegetación en el tramo alto

En el tramo alto en lo que corresponde a la región de río Indio arriba y en áreas cercanas se identificaron cinco tipos de coberturas boscosas, (de acuerdo a la altura de donde se realizaron los muestreos, el bosque pudo ser montano o submontano, igualmente, podría presentar cierto grado de intervención) y un uso de suelo, esta clasificación se ajusta a lo presentado en el mapa de vegetación de Panamá que su vez emplea las categorías de UNESCO (ANAM, 2000), tal como se detallan**:**

- **Bosque maduro / Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano (500-1,000)**

Para esta cobertura boscosa se registraron 34 especies de mamíferos silvestres, distribuidas en ocho órdenes y 14 familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos, (Chiroptera), con una familia y 15 especies; roedores (Rodentia) con cuatro familias y seis especies; carnívoros con dos familias y cuatro especies; primates y Artiodactyla con dos familias y dos especies respectivamente (tabla 4-136).

Tabla 4-136
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	2
CINGULATA	Dasypodidae	2
PILOSA	Bradypodidae	1
PRIMATES	Atelidae	1
	Callitrichidae	1
RODENTIA	Sciuridae	2
	Dasyproctidae	1

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	2
CHIROPTERA	Phyllostomidae	15
CARNIVORA	Felidae	2
	Mustelidae	2
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1
	Cervidae	1

Fuente: Elaborado por el consultor en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

De las especies registradas para esta cobertura boscosa nueve especies se encuentran bajo alguna categoría de conservación. De acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), se registran ocho especies consideradas vulnerables (VU) y una especie en peligro (EN). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se registran cinco especies incluidas en el apéndice I, una especie en el apéndice II y dos especies en el apéndice III (tabla 4-137).

Del grupo de especies registradas, entre los murciélagos hubo especies con diferentes hábitos alimenticios como el *Tonatia saurophila* y *Lophostoma brasiliense* que se alimentan principalmente de insectos, especies del género *Lonchopylla* que se alimentan de polen y frugívoros del género *Artibeus*. Dentro del grupo de los felinos es importante señalar la presencia del jaguar, especie considera en peligro por las leyes panameñas de vida silvestre, es importante resaltar que actualmente en la zona estudiada ya existen conflictos con los ganaderos del área y se han reportado ataques de jaguar al ganado.

Tabla 4-137
Especies bajo amenaza en el bosque maduro

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
PRIMATES					
Atelidae	Mono aullador	*Alouatta palliata*	VU	-	-
Callitrichidae	Mono titi	*Saguinus geoffroyi*	VU	I	-
RODENTIA					
Echimyidae	Rata arbórea	*Diplomys labilis*	VU	-	LR
Cuniculidae	Conejo pintado	*Cuniculus paca*	VU	III	LC
CARNIVORA					
Felidae	Tigrillo congo	*Puma yagouaroundi*	VU	I	LC
	Manigordo	*Leopardus pardalis*	VU	I	LC
	Tigre, jaguar	*Panthera onca*	EN	I	NT

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
Mustelidae	Gato de agua	*Lontra longicaudis*	-	I	VU
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae	Saíno	*Pecari tajacu*	VU	II	LC
Cervidae	Venado	*Odocoileus virginianus*	VU	III	DD

Fuente: trabajos de campo para este estudio y bibliografía consultada. IUCN (2012) y LEGISLACIÓN PANAMEÑA (2016): DD= Datos Deficientes; LC= Riesgo Menor; NT= Cercano a peligro; VU= Vulnerable; EN= En Peligro; CR= Peligro Crítico; EX=Extinto. CITES (2012): Apéndices I, II y III de CITES.

- **Bosque intervenido / Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1,000) poco intervenido.**

Para esta cobertura boscosa se registraron 19 especies de mamíferos, distribuidas en siete órdenes y 12 familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron el de los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y ocho especies; luego le siguen los carnívoros con cuatro familias y cinco especies; el de los roedores (Rodentia) con dos familias y dos especies; luego le siguen los demás grupos taxonómicos con una familia y una especie (tabla 4-138).

Tabla 4-138
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
PILOSA	Myrmecophagidae	1
PRIMATES	Callitrichidae	1
RODENTIA	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	7
	Furipteridae	1
CARNIVORA	Felidae	2
	Mustelidae	1
	Mephitidae	1
	Procyonidae	1
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este bosque se registraron además cinco especies bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), las cinco especies son consideradas vulnerables (VU). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se

registran tres especies incluidas en el apéndice I, una especie en el apéndice II y una especies en el apéndice III. (Tabla 4-139).

Tabla 4-139
Especies protegidas

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
PRIMATES					
Callitrichidae	Mono titi	*Saguinus geoffroyi*	VU	I	-
RODENTIA					
Cuniculidae	Conejo pintado	*Cuniculus paca*	VU	III	LC
CARNIVORA					
Felidae	Manigordo	*Leopardus pardalis*	VU	I	LC
	Tigrillo congo	*Puma yaguarondi*	VU	I	-
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae	Saíno	*Pecari tajacu*	VU	II	LC

Fuente: trabajos de campo para este estudio y bibliografía consultada. IUCN (2012) y LEGISLACIÓN PANAMEÑA (2016): DD= Datos Deficientes; LC= Riesgo Menor; NT= Cercano a peligro; VU= Vulnerable; EN= En Peligro; CR= Peligro Crítico; EX=Extinto. CITES (2012): Apéndices I, II y III de CITES.

De las especies registradas en el bosque intervenido podemos destacar dentro del grupo de los murciélagos la presencia en el área del murciélago de cara arrugada *Centurio senex*, especie rara propia de bosques húmedos. De igual manera reportamos la presencia de especies de uso cinegético como el saíno (*Pecari tajacu*), conejo pintado (*Cuniculus paca*) y el ñeque (*Dasyprocta punctata*).

- **Uso agropecuario de subsistencia intensiva / Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontanea significativa (menor 10%)**

Para esta clase de uso de suelo la diversidad de mamíferos silvestre estuvo representada por tres especies, distribuidas en tres familias y dos órdenes (tabla 4-140). La baja diversidad de mamíferos que se observa se sustenta en el grado de intervención que presenta este uso de suelo, dominado por terrenos dedicados a la ganadería, algunas áreas son parches de pastizales rodeado de bosque secundario y dentro del bosque maduro.

En esta clase de cobertura no se registraron especies que se encuentren bajo alguna categoría de conservación listadas por las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), así como tampoco en ningún apéndice de la Convención Internacional de Tráfico de Especies silvestres (CITES), o en alguna categoría que dicta la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Tabla 4-140

Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
RODENTIA	Sciuridae	1
	Echimyidae	1
CARNIVORA	Mephitidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

- **Rastrojo con vegetación arbustiva / Bosque perennifolio ombrofilo tropical submontano (500-1,000) bastante intervenido**

Para esta clase de cobertura se registraron cinco especies, distribuidas en tres familias y dos órdenes; el grupo taxonómico mejor representado fue Chiroptera con tres especies, el grupo de los roedores estuvo representado por dos familias y dos especies (tabla 4-141).

En esta clase de cobertura no se registraron especies que se encuentren bajo alguna categoría de conservación listadas por las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), como tampoco en ningún apéndice de Convención Internacional de Tráfico de Especies silvestres (CITES), o en alguna categoría que dicta la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Tabla 4-141
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
RODENTIA	Sciuridae	1
	Echimyidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	3

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

- **Bosque perennifolio tropical latifoliado montano (1000-1500)**

Para esta clase de cobertura se registraron 12 especies, distribuidas en ocho familias y cinco órdenes; el grupo taxonómico mejor representado fue Chiroptera con seis especies, el grupo de los roedores estuvo representado por tres familias y tres especies (tabla 4-142).

Tabla 4-142
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
PRIMATES	Atelidae	1
RODENTIA	Echimyidae	1
	Dasyproctidae	1

	Cuniculidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	5
	Desmodontidae	1
CARNIVORA	Felidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para esta clase de cobertura solo se registraron dos especies protegidas por leyes panameñas de vida silvestre u otras categorías internacionales, estas son el conejo pintado (*Cuniculos paca*), especie considerada como vulnerable para Panamá y listada en el apéndice III de CITES; adicionalmente se registra también el ocelote (*Leopardus pardalis*) especie considerada como vulnerable para Panamá y listada en el apéndice I de CITES. Ambas especies son consideradas por UICN como riego menor.

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500-1,000) poco intervenido**

Para esta clase de cobertura se registraron siete especies, distribuidas en cuatro familias y tres órdenes; el grupo taxonómico mejor representado fue Chiroptera con cuatro especies, el grupo de los roedores estuvo representado por tres familias y tres especies (tabla 4-143).

Tabla 4-143
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
RODENTIA	Dasyproctidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	4
CARNIVORA	Felidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para esta clase de cobertura solo se registró una especies protegidas por leyes panameñas de vida silvestre, esta fue el ocelote (*Leopardus pardalis*) especie considerada como vulnerable para Panamá y listada en el apéndice I de CITES.

Tramo medio

Riqueza de especies

La riqueza de especies de mamíferos para el tramo medio de la cuenca de río Indio incluyó 24 especies, distribuidas en nueve órdenes y 17 familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con una familia y seis especies; los carnívoros (Carnívora), con cuatro familias y cinco especies, y los roedores (Rodentia), con cuatro familias y cuatro especies. La familia con mayor diversidad fue la de los murciélagos, Phyllostomidae con seis especies (tabla 4-144).

Tabla 4-144
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
CINGULATA	Dasypodidae	1
PILOSA	Bradypodidae	1
	Myrmecophagidae	1
	Megalonychidae	1
PRIMATES	Callitrichidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	1
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	7
CARNIVORA	Felidae	1
	Mustelidae	1
	Mephitidae	1
	Procyonidae	2
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Riqueza de especies por tipo de vegetación (Tramo medio)
En el tramo medio en donde se visitaron varios sitios en la comunidad de Tres Hermanas El Harino y áreas circunvecinas (zonas de transición entre el tramo alto y medio), se identificaron tres diferentes tipos de cobertura boscosa y un uso de suelo que corresponden a:

- **Bosque maduro / Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas**

Para el bosque maduro se registraron 11 especies de mamíferos, distribuidas en cinco órdenes y ocho familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con una familia y cuatro especies; los roedores (Rodentia) con tres familias y tres especies; luego le siguen el orden Pilosa con dos familias y dos especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-145).

Tabla 4-145
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
PILOSA	Bradypodidae	1

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
	Megalonychidae	1
PRIMATES	Callitrichidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	4
CARNIVORA	Felidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para el bosque maduro se registraron tres especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), las tres especies son consideradas como vulnerables (VU). En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se registran dos especies incluidas en el apéndice I y una especies en el apéndice III, (tabla 4-146).

Del grupo de especies registradas, dentro de los murciélagos se registran especies con diferentes hábitos alimenticios como el *Tonatia saurophila* que se alimenta de insectos principalmente, especies del género *Carollia* que se alimentan de polen y frugívoros del género *Artibeus*. Dentro del grupo de los felinos se registró la presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*), especie considera como vulnerable debido al comercio ilegal de su piel.

Tabla 4-146
Especies protegidas

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
PRIMATES					
Cebidae	Mono titi	*Saguinus geoffroyi*	VU	I	-
RODENTIA					
Cuniculidae	Conejo pintado	*Cuniculus paca*	VU	III	LC
CARNIVORA					
Felidae	Manigordo	*Leopardus pardalis*	VU	I	LC

Fuente: trabajos de campo para este estudio y bibliografía consultada. IUCN (2012) y LEGISLACIÓN PANAMEÑA (2016): DD= Datos Deficientes; LC= Riesgo Menor; NT= Cercano a peligro; VU= Vulnerable; EN= En Peligro; CR= Peligro Crítico; EX=Extinto. CITES (2012): Apéndices I, II y III de CITES.

- **Bosque intervenido / Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifioliado de tierras bajas - poco intervenido**

Para el bosque intervenido se registraron 17 especies de mamíferos silvestres, distribuidas en nueve órdenes y 14 familias. El orden con mayor diversidad de especies fue el de los murciélagos (Chiroptera), con una familia y cuatro especies; el resto de las familias estuvieron representadas por una especie, (tabla 4-147).

Tabla 4-147
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
CINGULATA	Dasypodidae	1
PILOSA	Myrmecophagidae	1
PRIMATES	Cebidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	1
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	4
CARNIVORA	Felidae	1
	Mustelidae	1
	Procyonidae	1
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para el bosque intervenido se registraron cuatro especies bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), las cuatro especies son consideradas vulnerables (VU).

En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se registran dos especies incluidas en el apéndice I, una especie en el apéndice II y una especies en el apéndice III (tabla 4-148).

Tabla 4-148
Especies protegidas

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
PRIMATES					
Cebidae	Mono titi	*Saguinus geoffroyi*	VU	I	-
RODENTIA					
Cuniculidae	Conejo pintado	*Cuniculus paca*	VU	III	LC

Órdenes y familias	Nombre común	Nombres científicos	EPL	CITES	UICN
CARNIVORA					
Felidae	Manigordo	*Leopardus pardalis*	VU	I	LC
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae	Saíno	*Pecari tajacu*	VU	II	LC

Fuente: trabajos de campo para este estudio y bibliografía consultada. IUCN (2012) y LEGISLACIÓN PANAMEÑA (2016): DD= Datos Deficientes; LC= Riesgo Menor; NT= Cercano a peligro; VU= Vulnerable; EN= En Peligro; CR= Peligro Crítico; EX=Extinto. CITES (2012): Apéndices I, II y III de CITES.

De las especies registradas en el bosque intervenido podemos destacar la presencia de especies de uso cinegético como el conejo pintado (*Cuniculus paca*) y el ñeque (*Dasyprocta punctata*).

- **Sistema agropecuario de subsistencia intensivo / Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (menos del 10%).**

Para esta clase de cobertura la diversidad de mamíferos silvestre estuvo representada por cuatro especies, distribuidas en cuatro familias y cuatro órdenes (tabla 4-149). La baja diversidad de mamíferos que se observa se sustenta en el grado de intervención que presenta, donde pudimos observar ganadería y cultivos. En esta clase de cobertura no se registraron especies que se encuentren bajo alguna categoría de conservación nacional o internacional.

Tabla 4-149
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
RODENTIA	Sciuridae	1
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CARNIVORA	Mephitidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

- **Rastrojo con vegetación arbustiva / Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical de Tierras Bajas Bastante Intervenido**

Para esta clase de cobertura la diversidad de mamíferos estuvo representada por la presencia de cuatro especies de mamíferos silvestres, distribuidas en cuatro familias y dos órdenes; el grupo taxonómico mejor representado fueron los roedores, representado por tres especies (tabla 4-150).

Para esta cobertura se registró una especie protegida por leyes panameñas de vida silvestre, el conejo pintado (*Cuniculus paca*), considerada una especie vulnerable (VU) y se encuentra listada en el apéndice III de CITES.

Tabla 4-150
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

- **Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)**

Para esta clase de uso de suelo la diversidad de mamíferos silvestre estuvo representada por cuatro especies, distribuidas en tres familias y tres órdenes (tabla 4-151). La baja diversidad de mamíferos que se observa se sustenta en el grado de intervención que presenta, donde pudimos observar ganadería y cultivos. En esta clase de cobertura no se registraron especies que se encuentren bajo alguna categoría de conservación nacional o internacional.

Tabla 4-151
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Tramo bajo

Riqueza de especies

La riqueza de especies de mamíferos para el tramo bajo de la cuenca de río Indio incluyó 22 especies, distribuidas en siete órdenes y 13 familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y ocho especies; los roedores (Rodentia), con tres familias y cinco especies; los monos (Primates) con tres familias y tres especies y los carnívoros (Carnívora), con dos familias y dos especies. La familia con mayor diversidad fue la de los murciélagos, Phyllostomidae con siete especies (tabla 4-152).

Tabla 4-152
Órdenes, familias y cantid

ad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	2
CINGULATA	Dasypodidae	1
PRIMATES	Callitrichidae	1
	Atelidae	1
	Cebidae	1
RODENTIA	Sciuridae	2
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
	Echimyidae	1
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	7
	Desmodontidae	1
CARNIVORA	Felidae	1
	Procyonidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas**

Para el bosque maduro se registraron siete especies de mamíferos, distribuidas en cuatro órdenes y cuatro familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con una familia y cuatro especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-153).

Tabla 4-153
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
CINGULATA	Dasypodidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	4

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este tipo de cobertura boscosa no se registraron especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), como tampoco en los listados de la UICN.

- **Bosque perennifolio ombrofilo tropical de tierras bajas - poco intervenido**

Para esta cobertura boscosa se registraron cuatro especies de mamíferos, distribuidas en cuatro órdenes y cuatro familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con una familia y cinco especies; luego le sigue los roedores (Rodentia), con dos familias y tres especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-154).

Tabla 4-154
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
CINGULATA	Dasypodidae	1
RODENTIA	Sciuridae	2
	Echimyidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	5

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este tipo de cobertura boscosa no se registraron especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016); asi como tampoco dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); y tampoco dentro de la categoría de la UICN

- **Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (menor de 10%)**

Para esta cobertura boscosa se registraron 10 especies de mamíferos, distribuidas en cuatro órdenes y cuatro familias. Los órdenes con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con una familia y cinco especies; luego le sigue los roedores (Rodentia), con dos familias y tres especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-155).

Es importante señalar que especies como el mono aullador se observó en la cerca viva que rodea a este uso de suelo; y se registran huellas de felinos y animales de uso cinegético como el conejo pintado y el ñeque, los cuales atraviesan esta vegetación para llegar a otras coberturas boscosas, este fragmento es utilizado como sitio de paso de muchos animales silvestres.

Tabla 4-155
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
CINGULATA	Dasypodidae	1
PRIMATES	Atelidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
	Echimyidae	1
	Dasyproctidae	1
	Cuniculidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	2
CARNIVORA	Felidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este tipo de cobertura boscosa se registraron dos especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016); estas fueron el conejo pintado considerado como vulnerable y el tigrillo (*Leopardus wiedii*) considerado como vulnerable para el país y listado en el apéndice I dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

- **Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas - bastante intervenido**

Para esta cobertura boscosa se registraron siete especies de mamíferos, distribuidas en cinco órdenes y siete familias. El orden con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y dos especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-156).

Tabla 4-156
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	1
CINGULATA	Dasypodidae	1
RODENTIA	Sciuridae	1
LAGOMORPHA	Leporidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	1
	Desmodontidae	1
CARNIVORA	Procyonidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este tipo de cobertura boscosa no se registraron especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016); asi como tampoco ninguna especies se encudngtra listada en En los apéndice CITES, ni en las categorías de conservación de UICN.

- **Sistema Productivo de Vegetación leñosa o espontanea significativa (10-50%)**

Para esta cobertura boscosa se registraron ocho especies de mamíferos, distribuidas en cuatro órdenes y cinco familias. El orden con mayor diversidad fueron los murciélagos (Chiroptera), con dos familias y cuatro especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvieron representados por una familia y una especie (tabla 4-157).

Tabla 4-157
Órdenes, familias y cantidad de especies representadas en cada taxa

Órdenes	Familias	Cantidad de especies
CINGULATA	Dasypodidae	1
PRIMATES	Cebidae	1
	Callitrichidae	1
RODENTIA	Dasyproctidae	1
CHIROPTERA	Phyllostomidae	3
	Desmodontidae	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base arreglo según Wilson & Reeder (2005).

Para este tipo de cobertura boscosa se registraron dos especies bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo con las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016); estas fueron el mono tití (*Saguinus geoffroyi*) considerada vulnerable para Panamá y listado en el apéndice I de CITES, y el mono cari blanco (*Cebus capuccinus*), considerado en peligro para Panamá y listado en el apéndice II de CITES. Tampoco hubo especies consideradas en los listados de la UICN.

Análisis de resultados

La riqueza total de especies de mamíferos (51 spp.) obtenida en este estudio, representa el 20% del total de especies de mamíferos reportados para Panamá (255 spp., Samudio 2002), esto puede considerarse de nivel medio ya que lo esperado en el país para un hábitat boscoso relativamente continuo, está entre las 100-150 especies de mamíferos (Samudio 2001, 2002). Este número de especies de mamíferos obtenido por debajo de lo esperado, fue en gran parte el resultado de las frecuentes condiciones adversas del clima que ocurrieron durante los muestreos, como fueron las fuertes lluvias características de la temporada lluviosa. Estas malas condiciones del clima no solo influyen negativamente en el comportamiento de actividad de los mamíferos sino que también afectan el funcionamiento del equipo de capturas como son las trampas y las redes. Es importante señalar que la diversidad de mamíferos registrada también se encuentra ligada al alto grado de intervención antrópica en el lugar principalmente en el tramo medio y bajo de la cuenca.

Al analizar la riqueza de especies por tramo en la cuenca de río Indio, podemos concluir que el tramo alto de la cuenca presenta una mayor diversidad de especies de mamíferos (45 sp.) en comparación con los otros tramos. Esta mayor diversidad puede deberse principalmente a que en este tramo de la cuenca presenta la cobertura boscosa mejor conservada, con mayor

diversidad de hábitats. El mejor indicador de la calidad de estos hábitats es la presencia de jaguar en esta zona, especie que necesita grandes extensiones boscosas para el desarrollo de sus actividades de alimentación y reproducción.

Se registraron 12 (21%) de las 57 especies de mamíferos panameños que están bajo alguna de las categorías de amenaza (e. g. Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico) reportadas por el Ministerio de Ambiente, UICN y/o CITES para estas especies. El análisis por tramo de la cuenca nos indica que el tramo alto de la cuenca presenta el mayor número de especies protegidas o amenazadas. El hecho de que estas especies de importancia para la conservación representen el 20 % del total de especies observadas en este estudio para el tramo alto de la cuenca y varias de estas especies se mostraron en relativamente buen estado, nos indica que el tramo alto de la cuenca de río Indio es una zona clave para la conservación de estas especies de mamíferos.

La curva de acumulación de especies de mamíferos en este estudio también mostró el típico patrón de otros inventarios con el constante aumento en el número de especies que al final debería llegar a una ligera estabilización. El análisis de la curva de acumulación de especies general para toda la cuenca como el análisis realizado por cada tramo de la cuenca, nos indica que el número de especies puede ir en aumento con un mayor esfuerzo de muestreo ya que la misma no ha llegado a estabilizarse. Por otra parte, los factores que pudieron influir en la acumulación de especies están las diferencias espacio-temporales en la productividad del bosque y en la distribución (e. g. uso de los hábitats) de las especies; diferencias en el esfuerzo de muestreo y la presencia de condiciones climáticas favorables para los muestreos.

4.2.3 Identificación de vectores transmisores de enfermedades

A continuación se presentan los resultados por tramo de la cuenca de río Indio, los mismos se describen por cada tipo de familia identificada.

Tramo alto

En el tramo alto se obtuvo una moderada diversidad de insectos de importancia de interés médico-veterinario. El principal grupo correspondió a los Psychodidae (chitras) con 70 individuos, le siguieron en orden descendente los Culicidae (mosquitos) con 50 individuos, los Tabanidae (tábanos) con 4 individuos y los Simuliidae (moscas negras) con tan solo un individuo (tabla 4-158).

Tabla 4-158
Cantidad de individuos por familias de insectos de interés médico y veterinario en el tramo alto de la cuenca de río Indio.

	Total de especímenes por familias

CULICIDAE(50)	50
PSYCHODIDAE(70)	70
TABANIDAE (4)	4
SIMULIIDAE(1)	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Las principales especies de mosquitos capaces de transmitir enfermedades al hombre son: *Anopheles punctimacula* (15), *Anopheles albimanus* (10) *Culex quinquefasciatus* (9). Las principales especies asociadas a la transmisión de la Leishmaniasis son *Lutzomyia panamensis* (15), *Lutzomyia sanguinaria* (20) y *Lutzomyia olmeca bicolor* (15). Mientras que la especie de mosca negra que puede ocasionar picaduras y hemorragias serias a las personas correspondió *Simulim sanguineum* (1) (tabla 4-159).

Tabla 4-159
Principales insectos transmisores de enfermedades en el tramo alto de la cuenca de río Indio.

	Total de especímenes por especies
Mosquitos	
Anopheles punctimacula	15
Anopheles albimanus	10
Culex quinquefasciatus	9
"Chitras"	
Lutzomyia panamensis	20
Lutzomyia sanguinaria	15
Lutzomyia olmeca bicolor	15
Moscas negras	
Simulium sanguineum	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Familia Culicidae (Mosquitos)

Se capturaron 50 individuos, distribuidos en cuatro géneros y seis especies. Muchas especies son exclusivamente diurnas, otras crepusculares; sin embargo, un gran grupo ataca en las primeras horas de la noche y al amanecer. Se colectó un total de seis especies en el tramo alto. Las tres especies de mosquitos más representativas en los sitios de colecta, fueron: *Anopheles punctimacula* (15), *Anopheles albimanus* (10) y *Culex quinquefasciatus* (9). También se colectaron ejemplares de *Culex* (*melanoconium*) (8), *Psorophora ferox* (6), *Mansonia dyari* (2) (tabla 4-160).

La especie *Anopheles albimanus* es considerado como un vector primario de malaria en las Américas (Fleming 1986). Dada su importancia médica ha sido necesario profundizar en el conocimiento de su bionomía, en especial sobre la ecología de sus criaderos. La presencia de especies como *Anopheles albimanus* y *Anopheles punctimacula* por las zonas boscosas y por las viviendas permiten conocer el permanente riesgo en que viven las personas de estas

comunidades con estos insectos ya sea en las áreas boscosas o cercanos a sus viviendas (Frederikson 1993). Estas cuestiones implican un grado más de preocupación por las simples molestias que su acción hematofágica pueda ocasionar, ya que estas especies son importantes vectores de enfermedades humanas y animales.

Tabla 4-160
Mosquitos colectados con trampas Malaise y trampas CDC en el tramo alto de la cuenca de río Indio.

Especies	Total
Anopheles punctimacula	15
Anopheles albimanus	10
Culex quinquefasciatus	9
Culex(Melanoconium) sp	8
Psorophora ferox	6
Mansonia dyari	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Familia psychodidae (chitras aliblancas)

Se colectaron 70 individuos, comprendidos en seis especies del género *Lutzomyia*, de las cuales tres especies son antropofílicas (*Lutzomyia panamensis*, *Lutzomyia sanguinaria* y *Lutzomyia olmeca bicolor*) y están asociadas en la transmisión de la leishmaniasis. La especie *Lutzomyia panamensis* (20) fue la más abundante, le siguieron *Lutzomyia sanguinaria* (15) y *Lutzomyia olmeca bicolor* (15), colectadas en el bosque maduro del tramo alto (bosque con trampas CDC). Otras especies de chitras que también resultaron muy representativas fueron: *Lutzomyia adydifera* (11), *Lutzomyia carpenteri* (6) y *Lu. triramula* (3) (tabla 4-161).

La presencia de especies de flebótomos a lo largo de un área se debe a varios factores; como el tipo de vegetación, la presencia de mamíferos de los que se alimentan, las variaciones del clima, la cantidad de materia orgánica en el suelo y la topografía del terreno (Azevedo et al. 2002, Valderrama et al. 2008). El registro de estas tres especies de interés médico nos orienta del grave riesgo en el que viven las personas en estas comunidades por estar expuestos a las picadas de estas chitras y a contraer la Leishmaniasis. El mayor riesgo lo tienen los niños y mujeres que nunca han estado expuestos a las picadas de las chitras.

De acuerdo con (Chaniotis et al. 1971) la densidad estacional de las "chitras" puede estar relacionada con la cantidad y el patrón de distribución de las lluvias, la cual actúa modificando las condiciones de los sitios de cría en el suelo. De acuerdo con esta hipótesis, la lluvia beneficia a estos organismos cuando ocurre en cantidad moderada y está uniformemente distribuida, pero puede resultar perjudicial cuando inunda el suelo. Las larvas y pupas se sabe que son extremadamente susceptibles a la excesiva desecación o a la humedad (Chaniotis et al. 1971). En condiciones de precipitaciones constantes o fuerte, las poblaciones de "chitras" tienden a disminuir, debido a que no salen a alimentarse, se refugian en sitios donde no son impactados por las gotas de lluvias. Entre las especies que se benefician con el inició de la temporada lluviosa destacan: *Lutzomyia Panamensis*, pero se

desfavorecen con el incremento de la misma. De acuerdo con (Chaniotis et al. 1971) esta especie tiene actividad de picada a nivel del suelo.

Se han reportado que algunas especies como: *Lutzomyia panamensis*, *Lutzomyia olmeca bicolor* y *Lutzomyia sanguinaria*, muestran marcadas preferencia por alimentarse del hombre y de especímenes del orden Rodentia, seguido por los del órdenes Carnivora, Didelphiomorfia y Primates. Otro aspecto a destacar es el amplio espectro alimenticio que demuestra la especie *Lutzomyia sanguinaria* que incluye a las aves y primates en cantidad considerable. Otras especies entre las que destacan: *Lutzomya triramula*, *Lutzomyia aclydifera* y *Lutzomyia carpenteri* no antropofilicas, han sido colectadas predominantemente en madrigueras (Chaniotis et al. 1972).

Tabla 4-161
Ejemplares de Psichodidae colectados con trampas CDC en el tramo alto cuenca de río Indio.

Especies	Total de especímenes
Lutzomyia adydifera	11
Lutzomyia carpenteri	6
Lutzomyia olmeca bicolor	15
Lutzomyia panamensis	20
Lutzomyia sanguinaria	15
Lutzomyia triramula	3

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Familia Tabanidae (tábanos)

Se colectaron cinco individuos en el tramo alto, incluidos en tres géneros y en cuatro especies. Las especies más representativas, fueron: *Philipotabanus (Philipotabanus) magnificus*, *Tabanus defilippii* y *Pityocera* (*Pityocera*) *festae* (tabla 4-162). En Panamá *P. magnificus* es la especie más abundante de este género, el cual consta de 14 especies. Habita en áreas boscosas desde el nivel del mar hasta cerca de los 1,500 msnm y se le puede encontrar tanto en el sotobosque como el dosel (Fairchild 1986). Es una especie que ataca rápidamente al hombre a cualquier hora, pero es principalmente crepuscular (Cambra 2006).

Por su parte, *Tabanus defilippii*, habita en bosques densos, con alta precipitación de lluvias, principalmente en el dosel del bosque. Ha sido colectada en el dosel atraído a humanos pero pocos individuos son colectados en el sotobosque, en donde ha sido colectada atraída a caballos (Fairchild 1986). La especie *Pityocera* (*Pityocera*) *festae*, puede habitar en áreas abiertas alrededor de pueblos y en bosques densos. Es atraída por los humanos, pero también ataca a caballos. Es de actividad crepuscular y vuela cuando ha oscurecido (Cambra 2006).

Tabla 4-162
Tábanos colectados en el tramo alto cuenca de río Indio

Especies	Total de especímenes

Philipotabanus (Philipotabanus) magnificus	3
Tabanus defilippii	2
Pityocera (*Pityocera*) *festae*	1

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Familia Simuliidae (mosca negra)

La familia Simuliidae, son especies hematófagas especialmente diurnas, comúnmente conocidos como moscas negras, rodadores, morrongoy, moscas de los cafetales, entre otros. En Panamá, se han reportado 21 especies de *Simulium*. La especie *Simulium sanguineum* fue la más representativa en el tramo alto. En Panamá la elevada densidad de la población de *Simulium sanguineum*, contribuyó al abandono de un plan del Proyecto Hidroeléctrico de Bayano para reubicar a los indígenas Emberá, de la cuenca del río Bayano a Membrillo, en Darién durante la fase anterior a la construcción de la represa (Petersen & Méndez 1983).

Ciertas especies también atacan a los humanos mordiéndolos alrededor de los oídos, ojos y zonas expuestas de la cara, mano y tobillos. Las picaduras de estos dípteras ocasionan a las personas hemorragias leves en las áreas lastimadas. También pueden ocasionar profundas irritaciones que a veces se presentan como una intensa alergia caracterizada por urticaria, hinchazón, fiebre y alteraciones de la piel, acompañadas algunas veces de lesiones eritomatosas sensibles (Petersen & Méndez 1983). Sólo se capturó un ejemplar de esta familia, lo que idica que sus poblaciones no son muy abundantes o tal vez por la estacionalidad. Esta especie puede ocasionar severas molestias de encontrarse en altas poblaciones. En esta situación pueden formar grandes enjambres que pueden afectar la producción económica de las personas del área.

4.2.4 Fauna Acuática

4.2.4.1 Macro-invertebrados

Los resultados registrados para los macro invertebrados indican un total de 398 individuos reportados para la cuenca de río Indio, donde el tramo medio parece ser el de mayor abundancia, reportándose 5 especies de camarones, siendo *Macrobrachium carcinus* la especie más representativa y *Macrobrachium heterochirus* la más escasa reportándose para 2 de los 3 tramos de la cuenca del río Indio. A continuación se presentan los resultados y el análisis de los mismos a nivel de cada tramo de la cuenca.

Tramo bajo

Ciento veinte camarones fueron capturados en el tramo bajo de la cuenca. De las 5 especies de crustáceos decápodos identificados para toda la cuenca, en este tramo solo se reportan 4, siendo *Macrobrachium carcinus* la especie más notable con 56 ejemplares, mientras que la estación ubicada en el río Indio frente a la escuela Dominical (5) presenta la mayor cantidad de crustáceos capturados con 42.

Tabla 4-163

Macro invertebrados reportados para el tramo bajo del río Indio

	Puntos de muestreo - tramo bajo (ID)					
Especies	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
Macrobrachium carcinus	14	6	16	10	10	56
Macrobrachium crenulatum	6	1	5	1	4	17
Atya scabra	10	5	9	12	19	55
Potimirin glabra	4	5	11	5	9	34
Total	**34**	**17**	**41**	**28**	**42**	**120**

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Clave numérica: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4- Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

Tramo medio

Ciento sesenta y nueve crustáceos decápodos fueron colectados en el tramo medio del río Indio, donde el punto de muestreo 6 (QS/N arriba Boca de Uracillo camino a Coquillo) y 7 (Frente a pueblo sobre Boca de Uracillo/), representan cerca del 88% del total de las especies colectadas. Este es el tramo con la mayor cantidad de organismos colectados.

Por su parte, la especie *Atya scabra* y *Potimirin glabra* fueron las especies que más individuos reportaron con 46 y 55 ejemplares respectivamente. Por el contrario, solo son reportados 9 individuos de *Macrobrachium heterochirus*. En la estación ubicada en QS/N arriba Boca de Uracillo camino a Coquillo (6) se colectaron en total 96 crustáceos decápodos siendo este el sitio donde se aprecia la mayor abundancia de camarones.

Tabla 4-164
Macro invertebrados reportados para el tramo medio del río Indio

	Puntos de muestreo - tramo medio (ID)				
Especies	**6**	**7**	**8**	**9**	**Total**
Macrobrachium carcinus	20	9	5	1	35
Macrobrachium crenulatum	9	12	2	1	24
Macrobrachium heterochirus	3	3	1	2	9
Atya scabra	33	10	2	1	46
Potimirin glabra	31	18	1	5	55
Total	**96**	**52**	**11**	**10**	**169**

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Clave numérica: 6- QS/N arriba Boca Uracillo camino a Coquillo, 7-Frente al pueblo sobre la Boca de río Uracillo, 8-Qda. El Silencio/río Uracillo, 9-Río Teriá.

Tramo alto

Ciento nueve crustáceos decápodos de cinco especies diferentes fueron colectados en el tramo alto de la cuenca hidrográfica del río Indio. *Atya scabra* y *Macrobrachium carcinus* fueron los organismos más conspicuos en las colectas realizadas con 39 y 28 individuos cada una. *Macrobrachium heterochirus* fue el decápodo menos colectado con solo dos ejemplares. Colectados en la estación ubicada en río Indio Nacimiento. La estación, ubicada en quebrada Las Claras Arriba, presentó todas las especies de crustáceos decápodos colectados en el tramo alto del río Indio, además de tener también la mayor cantidad de organismos con treinta y nueve.

Tabla 4-165
Macro invertebrados reportados para el tramo alto del río Indio

	Puntos de muestreo - tramo alto(ID)					
Especies	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**Total**
Macrobrachium carcinus	8	6	1	3	10	28
Macrobrachium crenulatum	3		8	1	2	14
Macrobrachium heterochirus	1	1				2
Atya scabra	12	3	3	3	18	39
Potimirin glabra	15	2	2	1	6	26
Total	**39**	**12**	**14**	**8**	**36**	**109**

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Clave numérica: 10-Qda. Claras Arriba, 11-Qda. Arenilla, 12-Unión río Teriá/Teriacito, 13- Río Teriá Nacimiento, 14-Río Indio Nacimiento.

4.2.4.2 Insectos Acuáticos

Los resultados indican la presencia de algunas familias que se caracterizan por ser indicadoras de ríos no contaminados o que toleran amplios rangos de condiciones

ambientales (Baetidae), otras familias son indicadoras de aguas limpias o raramente contaminadas como Leptohyphidae, o buena calidad del agua (Notonectidae). También se pueden resaltar especies que se desarrollan en diferentes hábitats como la familia Gomphidae que se encuentra en sitios que presentan acumulación de hojas y Philopotamidae que puede ser localizado en gran variedad de hábitats lóticos y lenticos. En general, se reportan una gran variedad de insectos constituyentes de una comunidad con diferentes nichos dentro de los ecosistemas acuáticos estudiados los cuales son representantes de agua de buena calidad.

- **Tramo bajo**

Doscientos siete insectos acuáticos fueron colectados en las estaciones ubicadas en el tramo bajo del río Indio. Los dípteros fueron los organismos más numerosos con 47 ejemplares de una especie de la familia Simulidae. Otra especie bien representada fue *Paracloeodes sp.*, con 23 individuos. Algunas familias (Veliidae, Chironomidae y Dixidae) presentaron una buena distribución reportándose en 3 de las 5 estaciones ubicadas en esta sección de la cuenca. La estación 3 presentó la mayor cantidad de insectos (157) y también el mayor número de especies por estación con 15 (tabla 4-166).

Tabla 4-166
Taxones identificados en el tramo bajo de la cuenca hidrográfica del río Indio

Taxones	**Familia**	***Especie***	**E**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**T**	**D**
Ephemeroptera	Baetidae	*Paracloeodes sp*	N			16		7	23	2
Ephemeroptera	Caenidae	*Caenis sp*	N	2					2	1
Ephemeroptera	Heptageniidae	*Maccafertium sp*	N			2			2	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes sp.*	N		1	13			14	2
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Tricorythodes sp. 3*	N			17			17	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Farrodes sp*	N			12			12	1
Odonanta	Gomphidae	*Epigomphus sp.*	N			1	3		4	2
Odonanta	Libellulidae	*Heteragrion sp.*	A/N		1		3		4	2
Heteroptera	Belostomatidae	*Belostoma sp.*	A/N				1	1	2	2
Heteroptera	Gelastocoridae	*Gelastocoris sp.*	N			1			1	1
Heteroptera	Notonectidae	*Sp.1*	N	3					3	1
Heteroptera	Veliidae	*Sp.1*						1	1	1
Heteroptera	Veliidae	Género no iden.	N	1	1		1		3	3
Heteroptera	Veliidae	*Rhagovelia sp.*	A		1				1	1
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis sp. 1*	A			18			18	1
Coleoptera	Elmidae	*Phanocerus sp.*	L				2		2	1
Coleoptera	Psephenidae	*Psephenus sp*	L			1			1	1
Trichoptera	Calamoceratidae	*Phylloicus sp.*	L		3				3	1
Trichoptera	Glossomatidae	*Sp.1*	L		1	3			4	2
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema sp*	L			11			11	1
Trichoptera	Lepidostomatidae	*Lepidostoma sp*	L			10			10	1
Diptera	Chironomidae	*Chironomus sp.*	L/N		3	3	1		7	3
Diptera	Chironomidae	*Pentaneura sp.*	L		2				2	1

Taxones	**Familia**	***Especie***	**E**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**T**	**D**
Diptera	Orthocladiinae	*Sp.1*	L					5	5	1
Diptera	Orthocladiinae	Género no identificado	L				1		1	1
Diptera	Dixidae	*Sp.1*	P		2	2		3	7	3
Diptera	Simulidae	*Sp.1*	L			47			47	1
		Totales		6	15	157	12	17	207	
		Especies/estación		**3**	**9**	**15**	**7**	**5**		**27**

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: T, total; D, distribución; N, ninfa; L, larva; A, adulto; P, pupas; E, estadío.
Clave numérica: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4 Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

- **Tramo medio**

Ciento noventa organismos distribuidos en veintiséis especies son reportados para el tramo medio del río Indio. *Farrodes sp.*, (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) y *Chironomus sp.* (Diptera, Chironomidae) son las especies que mejor están distribuidos en el tramo medio al reportarse en las 4 estaciones ubicadas en esta sección. *Paracloeodes sp.* (Baetidae) se destaca con 51 individuos, seguido por *Farrodes sp*., (Leptophlebiidae) con 37. La estación 9 (río Teriá) con 90 organismos es la más conspicua.

Tabla 4-167
Familias y especies de insectos colectados en la el tramo medio del río Indio

Taxones	**Familia**	***Especie***	**E**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Tot**	**Dist**
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes sp.*	N			1	4	5	2
Ephemeroptera	Baetidae	*Camelobaetidus sp.*	N				15	15	1
Ephemeroptera	Baetidae	*Paracloeodes sp*	N	24	27			51	2
Ephemeroptera	Caenidae	*Caenis sp*	N		4	1		5	2
Ephemeroptera	Heptageniidae	*Maccafertium sp*	N			2	5	7	2
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Asioplax sp.*	N				1	1	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes sp.*	N				9	9	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Tricorythodes sp. 1*	N				2	2	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Farrodes sp*	N	7	4	4	22	37	4
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Hagenulopsis sp.*	N	1				1	1
Odonanta	Coenagrionidae	*Enallagma sp*	A			1		1	1
Odonanta	Libellulidae	*Brechmorhoga sp.*	N				1	1	1
Odonanta	Perilestidae	*Perissolestes sp.*	N	1				1	1
Heteroptera	Naucoridae	*Ambrysus sp.*	N				1	1	1
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis sp. 1*	A				3	3	1
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis sp. 2*	A				1	1	1
Coleoptera	Elmidae	Género no identificado	L				10	10	1
Coleoptera	Psephenidae	*Psephenus herricki (Larvas)*	L				5	5	1

Taxones	Familia	*Especie*	E	6	7	8	9	Tot	Dist
Trichoptera	Glossomatidae		L		1			1	1
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema sp*	L	5	4		2	11	3
Trichoptera	Lepidostomatidae	*Lepidostoma sp*	L	1	1		1	3	3
Diptera	Chironomidae	*Chironomus sp.*	L/N	2	6	1	2	11	4
Diptera	Dixidae		P	1			4	5	2
Diptera	Psychodidae		L				1	1	1
Diptera	Simulidae		L				1	1	1
Diptera	Tipulidae		L	1				1	1
		Totales		43	47	10	90	190	
		Especies/estación		**9**	**7**	**6**	**19**		**26**

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: T, total; D, distribución; N, ninfa; L, larva; A, adulto; P, pupas; E, estadío.
Clave numérica: 6- QS/N arriba Boca Uracillo camino a Coquillo, 7-Frente al pueblo sobre la Boca de río Uracillo, 8-Qda. El Silencio/río Uracillo, 9-Río Teriá.

- **Tramo alto**

Trescientos cincuenta organismos y 38 especies se colectaron en el tramo alto del río Indio. La familia Simulidae (orden Diptera) y Leptohyphidae (orden Ephemeroptera) son los mejor representados con cuarenta y nueve y cuarenta y seis organismos, respectivamente. La estación No. 12 presentó la mayor riqueza de especies con 19 y la mayor cantidad de organismos la estación 11 con 119.

Tabla 4-168
Especies y familias de insectos colectados en el tramo alto de río Indio

Taxones	Familia	Especie	E	10	11	12	13	14	T	D
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes sp.*	N	0	1	0	0	2	3	2
Ephemeroptera	Baetidae	*Camelobaetidus sp.*	N	11	1	8	0	4	24	4
Ephemeroptera	Baetidae	*Paracloeodes sp*	N	4	12	0	0	0	16	2
Ephemeroptera	Eutyphlociidae	*Género no iden.*	N	0	1	0	2	0	3	2
Ephemeroptera	Heptageniidae	*Maccafertium sp*	N	5	1	5	0	0	11	3
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Sp1*	N	0	0	0	0	1	1	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Asioplax sp.*	N	0	1	0	0	0	1	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Leptohyphes sp.*	N	1	9	23	7	6	46	5
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Tricorythodes sp. 1*	N	1	0	0	1	0	2	2
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Tricorythodes sp. 2*	N	0	2	0	0	0	2	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Tricorythodes sp. 3*	N	0	0	0	1	0	1	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	*Farrodes sp*	N	8	8	13	5	5	39	6
Odonanta	Calopterygidae	*Hetaerina sp.*	N	0	0	1	0	0	1	1
Odonanta	Gomphidae	*Perigomphus sp*	N	0	0	1	2	0	3	2
Odonanta	Libellulidae	*Brechmorhoga sp.*	N	0	0	0	0	1	1	1
Odonanta	Libellulidae	*Macrothemis sp.*	N	0	0	3	0	0	3	1

Taxones	**Familia**	**Especie**	**E**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**T**	**D**
Odonanta	Libellulidae	*Miathyria simplex*	N	1	0	0	0	0	1	1
Plecoptera	Perlidae	*Sp.1*	N	0	0	1	0	1	2	2
Plecoptera	Perlolidae	*Sp.2*	N	0	3	0	1	0	4	2
Heteroptera	Belostomatidae	*Belostoma sp.*	A/N	0	0	3	0	0	3	1
Heteroptera	Naucoridae	*Limnocoris sp.*	As	0	0	1	0	2	3	2
Heteroptera	Veliidae	*Género no iden.*	N	0	0	2	0	0	2	1
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis sp. 1*	A	13	21	0	1	0	35	4
Coleoptera	Elmidae	*Neoelmis sp. 3*	L	0	6	0	0	0	6	1
Coleoptera	Elmidae	*Género no iden.*	L	2	15	0	3	3	23	4
Coleoptera	Elmidae	*Phanocerus sp.*	L	0	0	2	0	0	2	1
Coleoptera	Elmidae	*Stenelmis sp.*	L	0	0	2	0	3	5	2
Coleoptera	Psephenidae	*Psephenus herricki*	L	1	0	12	2	0	15	3
Trichoptera	Glossomatidae	*Sp.1*	L	0	0	0	1	0	1	1
Trichoptera	Hydropsychidae	*Género no iden.*	L	0	0	4	0	0	4	1
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema sp*	L	6	2	5	3	4	20	5
Trichoptera	Hydroptilidae	*Género no iden.*	L	0	0	5	0	0	5	1
Trichoptera	Philopotamidae	*Género no iden.*	L	0	0	0	1	0	1	1
Diptera	Chironomidae	*Chironomus sp.*	L/N	1	0	3	1	3	8	4
Diptera	Chironomidae	*Pentaneura sp.*	L	1	0	0	0	0	1	1
Diptera	Orthocladiinae	*Sp.1*	L	0	0	0	0	1	1	1
Diptera	Dixidae	*Sp.1*	P	1	0	0	0	1	2	2
Diptera	Simulidae	*Sp.1*	L	18	21	7	0	3	49	5
		Totales		74	115	101	31	40	350	
		Especies/estación		**15**	**16**	**19**	**14**	**15**		**38**

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: T, total; D, distribución; N, ninfa; L, larva; A, adulto; P, pupas, E: estadío
Clave numérica: 10-Qda. Claras Arriba, 11-Qda. Arenilla, 12-Unión río Teriá/Teriacito, 13- Río Teriá Nacimiento, 14-Río Indio Nacimiento.

4.2.4.3 Ictiofauna

El monitoreo de la fauna acuática se realizó en 14 estaciones establecidas, utilizando en cada una diferentes artes de pesca dependiendo de las condiciones de la estación, tratando de colectar la mayor cantidad de especies posible. Las artes de pesca utilizadas fueron: la pesca eléctrica, atarraya, trasmallo y red de mano todas las especies se identificaron in situ y fueron regresadas a los cuerpos de aguas. Las muestras fueron fotografiadas y medidas, aquellas de las cuales no se estaba seguro de su identificación fueron colocadas en bolsas plásticas con formol para ser llevadas a las colecciones especializadas y ser identificadas posteriormente. De esta manera, se garantizó, el afectar lo menos posible la fauna existente en las zonas de estudios, de igual forma, se procedió a consultar a los residentes del área, para corroborar la información, sobre las distintas especies presentes y su uso.

Durante los muestreos de campo realizados en el área de estudio en la temporada lluviosa, se colectaron 416 peces agrupadas en 12 familias y 25 especies. Cabe destacar que una estación no pudo ser muestreada aplicando métodos de pesca (estación 15 – Desembocadura de río Indio), debido al mal tiempo imperante durante el día de la gira, por lo cual se realizaron entrevistas a los pescadores con la finalidad de obtener información de las especies que son comunes en el área de la desembocadura. En la tabla 4-169, se presenta el número de especies registradas y su distribución por tramos en las estaciones de muestreo.

Tabla 4-169
Número de especies registradas y su distribución por tramos en las estaciones de muestreo durante la estación lluviosa

Familia	Especie	Estaciones de muestreo														
			Tramo bajo							Tramo medio			Tramo alto				
		Nombre común	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Heptapteridae	*Rhamdia quelen*	Barbudo	N/M										*				
Poecilidae	*Poecilia gilli*	Parivivo		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	
	Brachyraphis roseni	Parivivo					*				*		*				*
Characidae	*Brycon chagresis*	Sabalo					*	*									
	Brycon obcurus	Sardina blanca			*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Astyanax aeneus	Sardina		*	*	*	*			*	*	*		*	*	*	
	Brycoamericus emperador	Sardina											*	*	*	*	*
	Gephyrocharax intermedius	Sardina										*					
	Roeboides guatemalensis	Choveca			*					*		*			*	*	
	Compsura mitoptera	Sardina									*						
	Hyphessobrycon panamensis	Sardina					*				*		*				
Cichlidae	*Andinoacarax coeruleopunctatus*	Chogorro		*				*	*		*	*				*	
	Vieja maculicauda	Vieja				*						*					
	Parachromis loiselli	Guapote										*					
	Geophagus cassilabris	Chogorro													*		
Loricaridae	*Rineloricaria Uracantha*	Risacua				*										*	
	Leptoancistrus canensis	Cococha												*	*	*	*
Gobiidae	*Sicydium altum*	Chupapiedra									*	*	*	*	*	*	
Eleotridae	*Gobiomorus dormitor*	Guabina				*					*	*					
	Dormitator maculatus	Guapote		*													
Syngnathidae	*Oostethus brachyurus*	Pez palo		*													
Trichomycteridae	*Trichomycterus striatus*	Babosa															*
Rhamphichthyidae	*Brachyhypopomus occidentalis*	Cabuya													*		
Mugilidae	*Joturus pichardi*	Boca chica										*					
	*Agonostomus monticol*a	Lisa				*					*	*		*			

Familia	Especie	Estaciones de muestreo														
			Tramo bajo							Tramo medio			Tramo alto				
		Nombre común	**15**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
Centropomidae	*Centropomus pectinatus*	Robalo					*	*									

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017. E 15
N/M = no muestreada

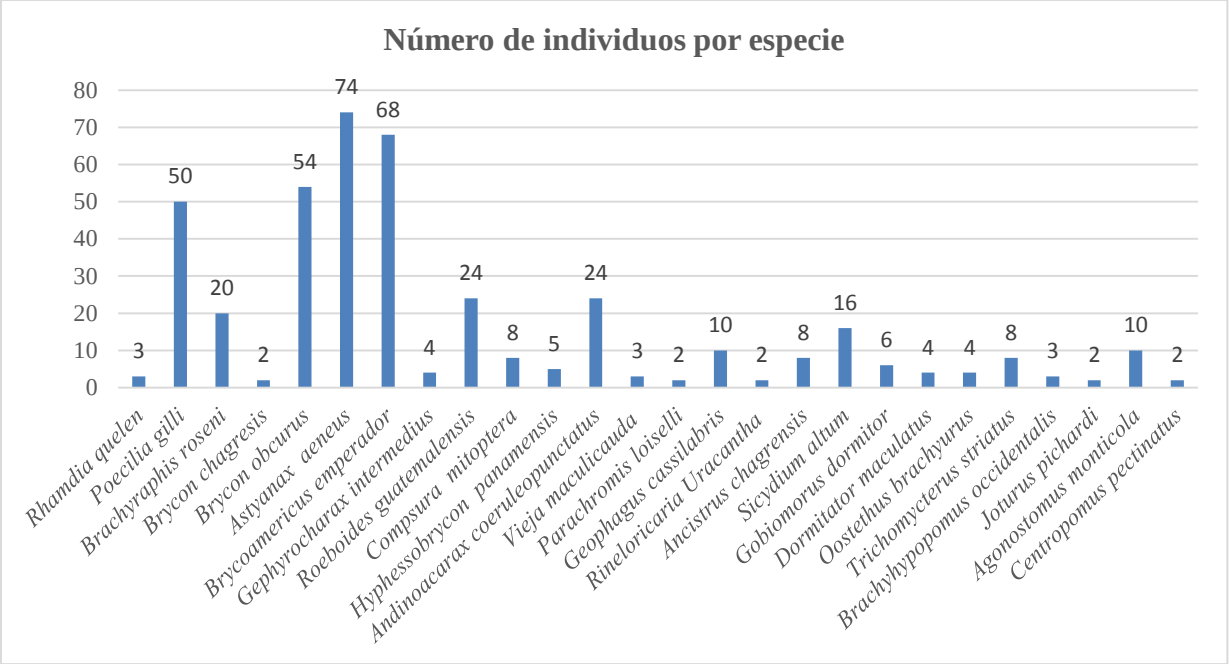
Las especies con el mayor número de individuos colectados fueron *Astyanax aeneus* (sardina) con 74 individuos, *Brycoamericus emperador* (sardina) con 68 y *Brycon obcurus* (sardina blanca) con 54 individuos*;* el detalle de los resultados se presenta a continuación en la tabla 4-170 y la gráfica 4-46.

Tabla 4-170
Número de individuos por especies en la estación lluviosa

Especies	Nombre común	Cantidad
Rhamdia quelen	Barbudo	3
Poecilia gilli	Parivivo	50
Brachyraphis roseni	Parivivo	20
Brycon chagresis	Sabalo	2
Brycon obcurus	Sardina blanca	54
Astyanax aeneus	Sardina	74
Brycoamericus emperador	Sardina	68
Gephyrocharax intermedius	Sardina	4
Roeboides guatemalensis	Choveca	24
Compsura mitoptera	Sardina	8
Hyphessobrycon panamensis	Sardina	5
Andinoacarax coeruleopunctatus	Chogorro	24
Vieja maculicauda	Vieja	3
Parachromis loiselli	Guapote	2
Geophagus cassilabris	Chogorro	10
Rineloricaria Uracantha	Risacua	2
Leptoancistrus canensis	Cococha	8
Sicydium altum	Chupapiedra	16
Gobiomorus dormitor	Guabina	6
Dormitator maculatus	Guapote	4
Oostethus brachyurus	Pez palo	4
Trichomycterus striatus	Babosa	8
Brachyhypopomus occidentalis	Cabuya	3
Joturus pichardi	Boca chica	2
*Agonostomus monticol*a	Lisa	10
Centropomus pectinatus	Robalo	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Gráfica 4-46



Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

En cuanto a la distribución de las especies por estaciones de muestreo observamos que las mejor distribuidas fueron, *Poecilia gilli* (parivivo) presente en 12, *Brycon obscurus* (sardina blanca) en 11 y *Astyanax aeneus* (sardina) en 10 de las 14 estaciones de muestreo. En la tabla 4-171 y la gráfica 4-47 se presentan las especies registradas y su distribución por estación de muestreo durante el monitoreo de la estación lluviosa.

No se colocan los datos obtenidos mediante entrevistas para la estación 15 (Charcón – desembocadura) debido a que no son muestreos biológicos, estos se deben corroborar con futuros muestreos.

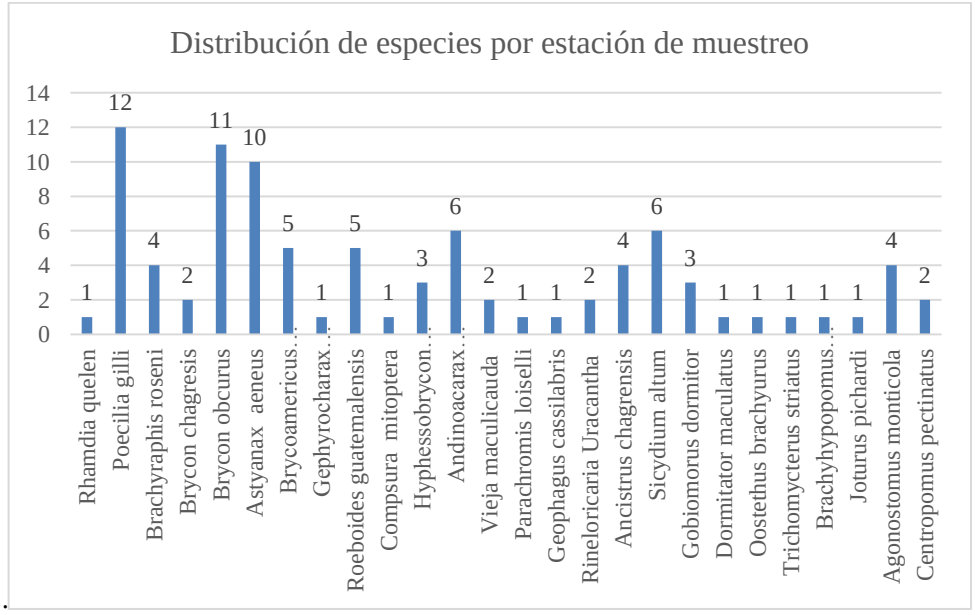
Tabla 4-171
Número de especies registradas y su distribución por estación de muestreo

Especie	Nombre común	Presencia por estación
Rhamdia quelen	Barbudo	1
Poecilia gilli	Parivivo	12
Brachyraphis roseni	Parivivo	4
Brycon chagresis	Sabalo	2
Brycon obcurus	Sardina blanca	11
Astyanax aeneus	Sardina	10
Brycoamericus emperador	Sardina	5
Gephyrocharax intermedius	Sardina	1
Roeboides guatemalensis	Choveca	5
Compsura mitoptera	Sardina	1

Especie	Nombre común	Presencia por estación
Hyphessobrycon panamensis	Sardina	3
Andinoacarax coeruleopunctatus	Chogorro	6
Vieja maculicauda	Vieja	2
Parachromis loiselli	Guapote	1
Geophagus cassilabris	Chogorro	1
Rineloricaria Uracantha	Risacua	2
Leptoancistrus canensis	*Cococha*	4
Sicydium altum	Chupapiedra	6
Gobiomorus dormitor	Guabina	3
Dormitator maculatus	Guapote	1
Oostethus brachyurus	Pez palo	1
Trichomycterus striatus	Babosa	1
Brachyhypopomus occidentalis	Cabuya	1
Joturus pichardi	Boca chica	1
*Agonostomus monticol*a	Lisa	4
Centropomus pectinatus	Robalo	2

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

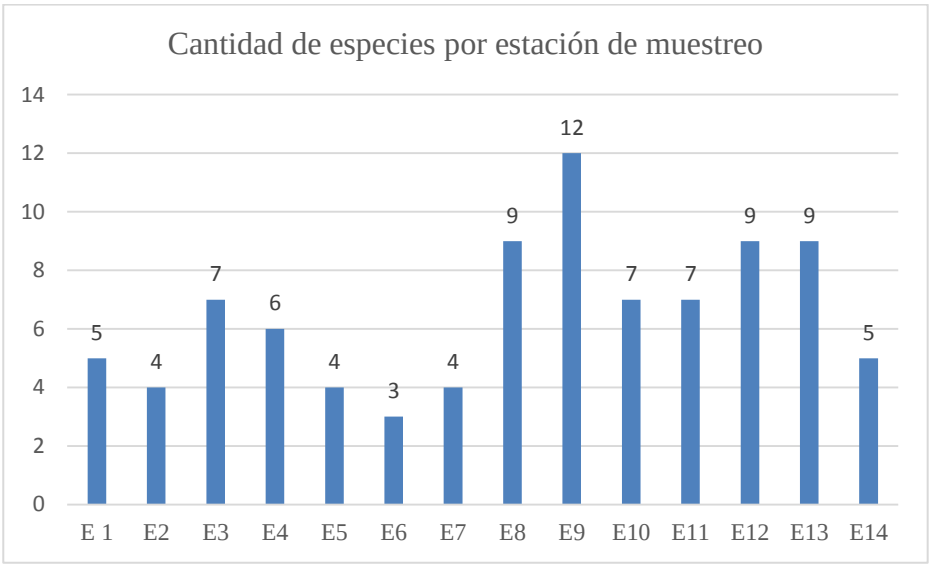
Gráfica 4-47



Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Al hacer el análisis por tramo de muestreo de las estaciones que registraron la mayor diversidad de especies de peces, el registro nos indica que la estación 9 localizada en el tramo medio presenta el mayor número de especies, seguidas de las estaciones 8 también del tramo medio y las estaciones 12 y 13 del tramo alto cada una con 9 especies. La estación que presentó el menor número de especies fue la 6 del tramo bajo, gráfica 4-48.

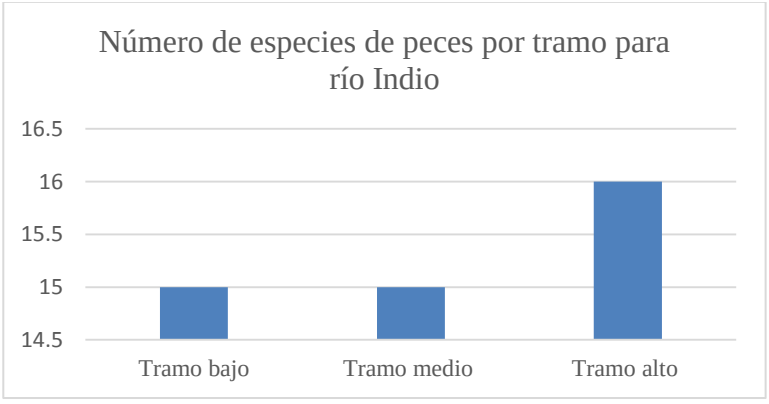
Gráfica 4-48



Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

Al comparar la diversidad de especie de peces por tramo para la temporada lluviosa, se observa que los tramos medio y bajo registran igual número de especies de peces con 15 especies cada una y el tramo alto registra 16 especies de peces. En la gráfica 4-49 se muestra esta distribución.

Gráfica 4-49



Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Tallas promedios por especies temporada lluviosa**

En el estudio se relacionan las tallas encontradas con las medidas registradas para los peces adultos por especie, con la finalidad de establecer el estadio en que se encuentra cada individuo y poder determinar la distribución de las poblaciones. Los resultados muestran que al comparar las tallas registradas por especies en la temporada lluviosa, la mayor parte de los

individuos capturados se encuentran dentro del estadio juvenil. En algunas especies menores como los poecilidos y algunos caracidos, se registró la presencia de adultos por la condición del habitat donde viven y su ciclo biológico. La tabla 4-172 muestra las tallas promedios capturadas por especies y el estadio encontrado en la temporada lluviosa, comparándolo con la talla registrada para individuos adultos.

Tabla 4-172
Tallas promedios capturadas por especies y el estadio registrado temporada lluviosa

Especie	Nombre común	Talla promedio	Talla adultos cm	Estadio encontrado según talla
Rhamdia quelen	Barbudo	10.4	38	Juvenil
Poecilia gilli	Parivivo	2.5 - 6	6	Juvenil/ Adulto.
Brachyraphis roseni	Parivivo	2.0 - 5.3	6	Juvenil/ Adulto
Brycon chagresis	Sabalo	30	36	Adulto
Brycon obcurus	Sardina blanca	3.5 - 12.0	15	Juvenil/Adulto
Astyanax aeneus	Sardina	3.0 - 9.5	12	Juvenil/Adulto
Brycoamericus emperador	Sardina	5.0 - 8.5	12	Juvenil/Adulto
Gephyrocharax intermedius	Sardina	2.5 - 6	8	Juvenil/Adulto
Roeboides guatemalensis	Choveca	7.0 - 8.5	9	Juvenil/Adulto
Compsura mitoptera	Sardina	2.0 - 5.0	8	Juvenil/Adulto
Hyphessobrycon panamensis	Sardina	4.3 - 5.5	8	Juvenil/Adulto
Andinoacarax coeruleopunctatus	Chogorro	6.5 - 9.5	16	Juvenil/Adulto
Vieja maculicauda	Vieja	7.0 - 12.5	20	Juvenil/Adulto
Parachromis loiselli	Guapote	20	20	Adulto
Geophagus cassilabris	Chogorro	6.5 - 11.0	16	Juvenil / adulto
Rineloricaria Uracantha	Risacua	7.5	16	Juvenil
Leptoancistrus canensis	Cococha	4.0 - 5.5	10	Juvenil
Sicydium altum	Chupapiedra	6.9-14.3	14	Juvenil / adulto
Gobiomorus dormitor	Guabina	6.5 - 10.0	35	Juvenil
Dormitator maculatus	Guapote	6.5 - 8.5	20	Juvenil
Oostethus brachyurus	Pez palo	12.0 - 16.0	18	Adulto
Trichomycterus striatus	Babosa	6.0 - 9.6	9	Adultos
Brachyhypopomus occidentalis	Cabuya	15	20	Juvenil
Joturus pichardi	Boca chica	6.5 - 8.5	70	Juvenil
*Agonostomus monticol*a	Lisa	7.0 - 12.7	36	Juvenil
Centropomus pectinatus	Robalo	30	45	Adulto

Fuente: Elaborado por el especialista en base a sus resultados de campo, 2017.

- **Distribución de especies y número de individuos por especies por temporada**

En cuanto a la distribución de las especies por estaciones de muestreo observamos que las mejor distribuidas fueron, *Poecilia gilli* (parivivo) presente en 12, *Brycon obscurus* (sardina blanca) en 11 y *Astyanax aeneus* (sardina) en 10 de las 14 estaciones, estas son especies que tienen un amplio rango de desplazamiento y para este tramo no es muy difícil hacerlo ya que la geomorfología lo permite al no encontrar grandes barreras que se lo impidan, algunas son típicas de zonas altas por lo que su distribución es muy restringida en algunos caso por la temperatura frías. Igual estos son resultados preliminares por lo que hay que esperar la temporada seca para comparar. Para cada temporada cambia la dinámica del río lo que permite una mejor disponibilidad de hábitats ampliando su distribución dentro del sitio ya que algunas especies refieren áreas de menor corriente y menos profundidades, algunas también entran en periodos de migración lo que los hace más abundantes.

- **Tallas promedios por especies por temporada**

En el estudio se relacionan las tallas encontradas con las medidas registradas para los peces adultos por especie, con la finalidad de establecer el estadio en que se encuentra cada individuo y poder determinar la distribución de las poblaciones. Los resultados muestran que al comparar las tallas registradas por especies para la temporada lluviosas, la mayor parte de los individuos capturados se encuentran dentro del estadio de juveniles, aunque algunos son adultos por ser especies menores y otros suben en estado juvenil para establecerse aguas arriba en los tramos alto y medio.

En el tramo bajo por la cercanía al estuario se encuentra una combinación de especies algunas de aguas dulce que bajan a este para reproducirse como *Agonostomus monticola* y *Sicydium salvini* y otros de aguas saladas o estuarinas que suben por el río a alimentarse, esto hace que la diversidad en esta sección del río aumente en todos los grupos tanto en peces como en crustáceos y moluscos.

Los resultados obtenidos no muestran este patrón de desplazamiento, por lo que una vez que se determinen las estaciones de monitoreo hay que evaluar nuevamente los tres tramos para obtener resultados comparables con los obtenidos en esta temporada.

- **Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción**

Dentro de este grupo no se reporta ninguna especie en alguna categoría de protección en leyes nacionales o internacionales.

- **Especies Migratorias**

De acuerdo a los resultados obtenidos se reporta la presencia de tres de las especies consideradas como migratorias como: *Sycidium altum*, *Agonostomus montícola* y *Joturus pichardi* principalmente en las estaciones ubicadas en el tramo alto y medio de la cuenca de río Indio. A continuación una breve descripción de las principales características de estas especies:

La Boca Chica (*Joturus pichardi*) una especie de lisa de río muy apreciada por su carne que se reproduce en el estero y migra desde la cuenca baja hasta la cuenca alta . En el último muestreo capture un espécimen de cómo tres libras en cuenca alta. Este pez es consumido en gran cantidad por los residentes a todo lo largo de la cuenca en sus tres tramos, se usa para consumo y para comercio puede llegar a pesar hasta más de 10 libras. En algunas comunidades del caribe se está pensando en darle cierta categoría de protección. ya hay problemas para esta especie en otros proyectos parecidos aquí en Panamá . Este animal es herbívoro y se alimenta de Perifiton e insectos acuáticos lo que se relaciona mucho con los macroinvertebrados.

La lisa de río, Tepemenchin o Dajao. *(Agonostomus montícola*) es otra especie de lisa que tiene los mismos hábitats de la boca chica igual desove en el estuario y sube por todos los tramos hasta la cuenca alta se encuentra con más abundancia que la boca chica y sube en grandes cardúmenes tiene el mismo valor alimenticio y económico que la boca chica pero es más pequeño puede llegar hasta las tres libras. Este es omnívoro depende mucho de los crustáceos y peces pequeños.

El chupa piedra o mejor conocido como titi (*Sicydium altum y Sicydium sp*.) es un animal pequeño pero igual es consumido mucho en la época de reproducción como la lisa y la boca chica se reproduce en el estero y sube por miles hacia el tramo alto de la cuenca, este animal es de amplio consumo cuando sube por el río como alevin la gente lo captura en grandes cantidades y lo consume de muchas formas.

En entrevista con los moradores de la zona se describe que actualmente se percibe cambios en el comportamiento de estas migraciones ya que según ellos anteriormente el evento se daba dos veces al año y actualmente se ve hasta cuatro veces principalmente en especies como *Sycidium altum* conocido localmente como titi, según estos se debe a los cambios estacionales relacionados con el cambio climático.

Hay otras especies como la anguila marina, el roncador, el róbalo, el sábalo pipón o sardina blanca y otros que suben al río pero mayormente hasta el tramo medio para alimentarse y crecer y algunos luego salen al mar a reproducirse. En los crustáceos hay tres especies de camarones que igual migran en los tres tramos porque se reproducen en el estero y son la fuente de alimento de las especies de peces mencionadas.

- **Especies Indicadoras**

Se refieren a especies indicadoras de buena calidad de hábitat porque requieren de condiciones muy especiales para su permanencia en los ríos, además mantienen un valor ecológico y económico. Dentro de este grupo se pueden mencionar las especies migratorias La Boca Chica (*Joturus pichardi*), La lisa de río, Tepemenchin o Dajao *(Agonostomus montícola*) y El chupa piedra o mejor conocido como titi (*Sicydium altum y Sicydium sp*.); el hábitat preferido de estas especies son las grandes corrientes de los ríos ya que requieren de altos niveles de oxígeno.

4.2.5 Flora acuática

4.2.5.1 Macrófitas

Las macrófitas acuáticas designan un grupo funcional de vegetales muy heterogéneo desde el punto de vista sistemático y evolutivo, que es considerado elemento-clave en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos. Este grupo abarca grupos tan distintos como plantas vasculares acuáticas, briófitos, carófitos y algas filamentosas. Su rol en el ecosistema es destacable, ya que no sólo sirven de hábitat para comunidades de crustáceos (cangrejos), insectos y gusanos de vida acuática, sino que también intervienen en la alimentación y refugio de peces. En Panamá se cuenta con gran experiencia del papel de importancia que han desempeñado ciertas macrófitas acuáticas en embalses como son los lagos Miraflores, Gatún y Bayano (Informe Final de la Región Occidental del Canal de Panamá).

En la cuenca de río Indio, en la estación lluviosa se recolectaron las macrófitas de 14 sitios representativos (cinco en el nacimiento, cuatro en la parte media y cinco en la desembocadura), identificando las macrófitas que estuviesen cercanas al afluente, muchas de las mismas no son estrictamente acuáticas, aunque son especies asociadas, es decir, que se desarrollan en habientes cercanos. Las características de las macrófitas acuáticas encontradas a lo largo de la cuenca del río Indio están relacionadas a ecosistemas lóticos, por lo tanto, las especies que se encontraron tienen la característica de estar adherida a un sustrato solido (rocas o tierra), es decir que las especies de vida libre o flotante estarán ausentes.

La mayoría de los sitios muestreados en la cuenca de río Indio presentaban algunos pequeños rápidos, con rocas medianas a grandes (lajas), algunos otros de aguas superficiales dando la apariencia que eran creados por la estación lluviosa y que permitía el desarrollo de la flora estacionales como lo fue el sitio 6 y 7, también se pudieron observar sitios en el cauce de río indio que presentaban aguas profundas, donde las macrófitas registradas fueron tomadas de los márgenes del río.

Tramo bajo

Treinta y un especies diferentes de macrófitas se reportan para el tramo bajo del río Indio. No parece existir una especie en particular más dominante que las otras macrófitas presentes. *Pavonia schiedeana* Steud. *(*Malvaceae) o mozote fue la especie de más alta representación encontrándose en cuatro de las cinco estaciones colectadas. La estación No. 2 presentó la mayor riqueza de especies con quince.

Tabla 4-173

Familias y especies reportadas en el tramo bajo del río Indio

Familia	Especie	Nombre común	H	est	Tramo bajo					
					1	2	3	4	5	T
Acanthaceae	*Hygrophila costata* Nees & T. Nees		h	N	x	x				2
Alismataceae	*Sagittaria platyphylla* (Engelm.) J.G. Sm.	flecha de agua	ha	N	x					1
Alismataceae	*Limnocharis flava* (L.) Buchenau	cebolla de chucho	ha	N	x	x	x			3
Apocynaceae	*Asclepias curassavica* L.	mata caballo	h	N		x			x	2
Araceae	*Urospatha grandis* Schott		h	N	x					1
Araceae	*Spathiphyllum quindiuense* Engl.		h	N			x			1
Araceae	*Spathiphyllum friedrichsthalii Schott*		h	N	x					1
Araceae	*Spathiphyllum fulvovirens* Schot		h	N				x		1
Araceae	*Montrichardia arborescens* (L.) Schott		ha	N	x					1
Asteraceae	*Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski	clavelin de playa	h	C					x	1
Commelinaceae	*Tripogandra serrulata* (Vahl) Handlos	siempre viva	h	N		x			x	2
Costaceae	*Costus scaber* Ruiz & Pav.	caña agría	h	N		x				1
Costaceae	*Dimerocostus strobilaceus* Kuntze	caña agria	h		x					1
Cyclanthaceae	*Cyclanthus bipartitus* Poit. ex A. Rich.	oreja de burro	a	N	x	x		x		3
Cyclanthaceae	*Carludovica drudei* Mast.		a	N				x		1
Cyperaceae	*Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeckeler	florecita blanca	h			x			x	2
Cyperaceae	*Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult.	junquillo	h	N	x					1
Fabaceae	*Mimosa pudic*a L.	dormidera	h	C			x	x	x	3
Gesneriaceae	*Chrysothemis friedrichsthaliana* (Hanst.) H.E. Moore	siria	h	N		x			x	2
Heliconiaceae	*Heliconia mathiasiae* G.S. Daniels & F.G. Stiles	platanilla	h	N	x	x		x		3
Linderniaceae	*Torenia crustacea* (L.) Cham. & Schltdl.		h	N					x	1
Malvaceae	*Sida rhombifolia* L.	escobilla	h	N			x	x	x	3
Malvaceae	*Pavonia schiedeana* Steud.	mozote	m	N	x	x	x	x		4
Ochnaceae	*Sauvagesia erecta* L.		h	N		x			x	2
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven	clavelillo	h	N		x	x		x	3
Oxalidaceae	*Oxalis barrelieri* L.		h	N					x	1
Phyllanthaceae	*Phyllanthus urinaria* L.	riñoncillo	h	N		x			x	2
Podostemaceae	*Marathrum foeniculaceum* Bonpl.	pasa carne	ha	N			x			1

Familia	Especie	Nombre común	H	est	Tramo bajo					
					1	2	3	4	5	T
Pontederiaceae	*Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav.	oreja de agua	ha	N	x					1
Pontederiaceae	*Pontederia rotundifolia* L. f.	berro malo	ha	N	x	x				2
Zingiberaceae	*Hedychium coronarium* J. Koenig	Jasmin	h	C		x	x		x	3
		Total			13	15	8	7	13	31

Fuente: elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: Hábito (H): arbusto (a), hierba (h), hierba acuática (ha), Estatus: Nativa (N), Endémicas (E), Cultivadas (C), Introducidas (I), estatus (est.)
Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio.

Tramo medio

Treinta especies de macrófitas son reportadas en las estaciones muestreadas en la tramo medio del río Indio. La dormidera *Mimosa pudica* L (Fabaceae), y el mozote *Pavonia schiedeana* Steud (Malvaceae) se reportan en todas las estaciones evaluadas del tramo medio. La estación No. 7 presentó la mayor riqueza con diecinueve especies.

Tabla 4-174
Familias y especies reportadas en el tramo medio del río Indio.

Familia	Especie	Nombre común	H	E	Tramo medio				
					6	7	8	9	T
Acanthaceae	*Hygrophila costata* Nees & T. Nees		H	N	x				1
Acanthaceae	*Justicia comata* (L.) Lam.		h	N		x	x	x	3
Alismataceae	*Limnocharis flava* (L.) Buchenau	cebolla de chucho	ha	N		x			1
Amaranthaceae	*Cyathula achyranthoides* (Kunth) Moq.	cola de armado	h	N		x	x		2
Apocynaceae	*Asclepias curassavica* L.	mata caballo	h	N		x		x	2
Asteraceae	*Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski	clavelin de playa	h	C		x		x	2
Boraginaceae	*Heliotropium indicum* L.	alacrancillo	h	N				x	1
Commelinaceae	*Tripogandra serrulata* (Vahl) Handlos	siempre viva	h	N	x	x			2
Costaceae	*Costus scaber* Ruiz & Pav.	caña agría	h	N	x				1
Costaceae	*Dimerocostus strobilaceus* Kuntze	caña agria	h				x		1
Cyclanthaceae	*Cyclanthus bipartitus* Poit. ex A. Rich.	oreja de burro	a	N	x	x			2
Cyperaceae	*Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeckeler	florecita blanca	h		x			x	2
Cyperaceae	*Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult.	junquillo	h	N	x				1
Fabaceae	*Mimosa pudic*a L.	dormidera	h	C	x	x	x	x	4
Haemodoraceae	*Xiphidium caeruleum* Aubl.	cola de gallo	h	N	x				1

Familia	Especie	Nombre común	H	E	Tramo medio				
					6	7	8	9	T
Heliconiaceae	*Heliconia mathiasiae* G.S. Daniels & F.G. Stiles	platanilla	h	N	x		x		2
Linderniaceae	*Torenia crustacea* (L.) Cham. & Schltdl.		h	N		x			1
Lythraceae	*Cuphea epilobiifolia* Koehne		a	N				x	1
Lythraceae	*Cuphea calophylla* Cham. & Schltdl.		h	N		x		x	2
Malvaceae	*Sida rhombifolia* L.	escobilla	h	N		x		x	2
Malvaceae	*Pavonia castaneifolia* A. St.-Hil. & Naudin		h	N				x	1
Malvaceae	*Pavonia schiedeana* Steud.	mozote	m	N	x	x	x	x	4
Ochnaceae	*Sauvagesia erecta* L.		h	N	x			x	2
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven	clavelillo	h	N	x	x		x	3
Onagraceae	*Ludwigia affinis* (DC.) H. Hara		h	N	x	x			2
Oxalidaceae	*Oxalis barrelieri* L.		h	N		x		x	2
Phyllanthaceae	*Phyllanthus urinaria* L.	riñoncillo	h	N	x	x		x	3
Pontederiaceae	*Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav.	oreja de agua	ha	N		x			1
Pontederiaceae	*Pontederia rotundifolia* L. f.	berro malo	ha	N		x			1
Zingiberaceae	*Hedychium coronarium* J. Koenig	Jasmin	h	C		x		x	2
		Total			14	19	6	16	30

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: Hábitat (H); Estatus (E); arbusto (a), hierba (h), hierba acuática (ha), Estatus: Nativa (N), Endémicas (E), Cultivadas (C), Introducidas (I)
Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/El Coquillo, 8-Río El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).

Tramo alto

En el tramo alto se reportan treinta y cuatro especies siendo siria *Chrysothemis friedrichsthaliana (Hanst.) H.E. Moore* de la familia Gesneriaceae la especie que más se repitió. La estación No. 10 y la No. 14 presentaron la mayor riqueza con dieciocho especies diferentes. Se reporta una especie introducida, el guineo de jardín, Musa *velutina* H. Wendl. & Drude (Musaceae) y una especie endémica la Podostemaceae, *Marathrum allenii* Woodson o pasa carne.

Tabla 4-175
Familia y especies reportadas en el tramo alto del río Indio

Familia	Especie	Nombre común	H	E	Tramo alto					
					10	11	12	13	14	T
Acanthaceae	*Hygrophila costata* Nees & T. Nees		H	N	x			x	x	3
Acanthaceae	*Justicia comata* (L.) Lam.		h	N			x		x	2
Araceae	*Spathiphyllum quindiuense* Engl.		h	N	x	x		x		3

Familia	Especie	Nombre común	H	E	Tramo alto					T
					10	11	12	13	14	
Asteraceae	*Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski	clavelin de playa	h	C	x	x	x			3
Brassicaceae	*Nasturtium officinale* W.T. Aiton	berro	h	C					x	1
Campanulaceae	*Centropogon coccineus* (Hook.) Regel ex B.D. Jacks.		h	N					x	1
Caryophyllaceae	*Drymaria cordata* (L.) Willd. ex Schult.	nervillo	h	N					x	1
Commelinaceae	*Tripogandra serrulata* (Vahl) Handlos	siempre viva	h	N	x		x		x	3
Costaceae	*Costus scaber* Ruiz & Pav.	caña agría	h	N					x	1
Costaceae	*Dimerocostus strobilaceus* Kuntze	caña agria	h				x			1
Cyclanthaceae	*Cyclanthus bipartitus* Poit. ex A. Rich.	oreja de burro	a	N	x			x	x	3
Cyclanthaceae	*Carludovica drudei* Mast.		a	N	x	x				2
Cyperaceae	*Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeckeler	florecita blanca	h		x					1
Fabaceae	*Mimosa pudic*a L.	dormidera	h	C	x		x	x		3
Gesneriaceae	*Chrysothemis friedrichsthaliana* (Hanst.) H.E. Moore	siria	h	N	x	x		x	x	4
Haemodoraceae	*Xiphidium caeruleum* Aubl.	cola de gallo	h	N	x	x				2
Heliconiaceae	*Heliconia mathiasiae* G.S. Daniels & F.G. Stiles	platanilla	h	N	x	x				2
Heliconiaceae	*Heliconia hirsuta* L. f.		h	N					x	1
Linderniaceae	*Torenia crustacea* (L.) Cham. & Schltdl.		h	N		x				1
Lythraceae	*Cuphea epilobiifolia* Koehne		a	N					x	1
Lythraceae	*Cuphea calophylla* Cham. & Schltdl.		h	N	x					1
Malvaceae	*Sida rhombifolia* L.	escobilla	h	N	x	x	x	x		4
Malvaceae	*Pavonia castaneifolia* A. St.-Hil. & Naudin		h	N				x		1
Malvaceae	*Pavonia schiedeana* Steud.	mozote	m	N	x	x				2
Marantaceae	*Calathea latifolia* Klotzsch	bijado	h	N			x	x		2
Melastomataceae	Triolena hirsuta (Benth.) Triana		a						x	1
Musaceae	*Musa velutina* H. Wendl. & Drude	guineo de jardín	h	I		x			x	2
Ochnaceae	*Sauvagesia erecta* L.		h	N		x		x		2
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven	clavelillo	h	N	x	x			x	3
Phyllanthaceae	*Phyllanthus urinaria* L.	riñoncillo	h	N	x				x	2
Podostemaceae	*Marathrum allenii* Woodson	pasa carne	ha	E		x				1
Pontederiaceae	*Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav.	oreja de agua	ha	N	x			x	x	3

Familia	Especie	Nombre común	H	E	Tramo alto					
					10	11	12	13	14	T
Rubiaceae	*Hamelia patens* Jacq.		a						x	1
Zingiberaceae	*Hedychium coronarium* J. Koenig	Jasmin	h	C	x	x	x	x	x	5
		Total			18	14	8	11	18	34

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Leyenda: Hábito (H); Estatus (E); arbusto (a), hierba (h), hierba acuática (ha), Estatus: Nativa (N), Endémicas (E), Cultivadas (C), Introducidas (I)
Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-río Indio/Nacimiento.

- **Riqueza**

Treinta y un especies de macrófitas componen la riqueza total de especies en el tramo bajo del río Indio, siendo la estación 2 (La Encantada-Alcarreto), la que cuenta con la mayor riqueza por estación con quince especies. La menor riqueza con 7 especies diferentes se reporta en la estación 4 (El Jobo abajo) con siete. Esta riqueza de especies se encuentra hasta una altitud de unos 27 msnm. El tramo medio presenta una riqueza de 30 especies que se distribuyen desde los 25 msnm hasta los 63 msnm, aproximadamente. La estación 7 ubicada en Boa de Uracillo presenta una riqueza de 19 especies, siendo el más alto valor para esta sección de la cuenca. El tramo alto presenta la mayor riqueza de toda la cuenca con 34 especies repartidas en altitudes que van desde los 230 msnm hasta más de 800 msnm en la estación 14, ubicada en el nacimiento del río Indio. La riqueza de especies no parece que presente diferencias significativas entre el tramo bajo, medio y alto con valores muy similares en cuanto al número de especies de macrófitas reportadas.

- **Índices de similaridad y análisis de conglomerados**

Tramo bajo

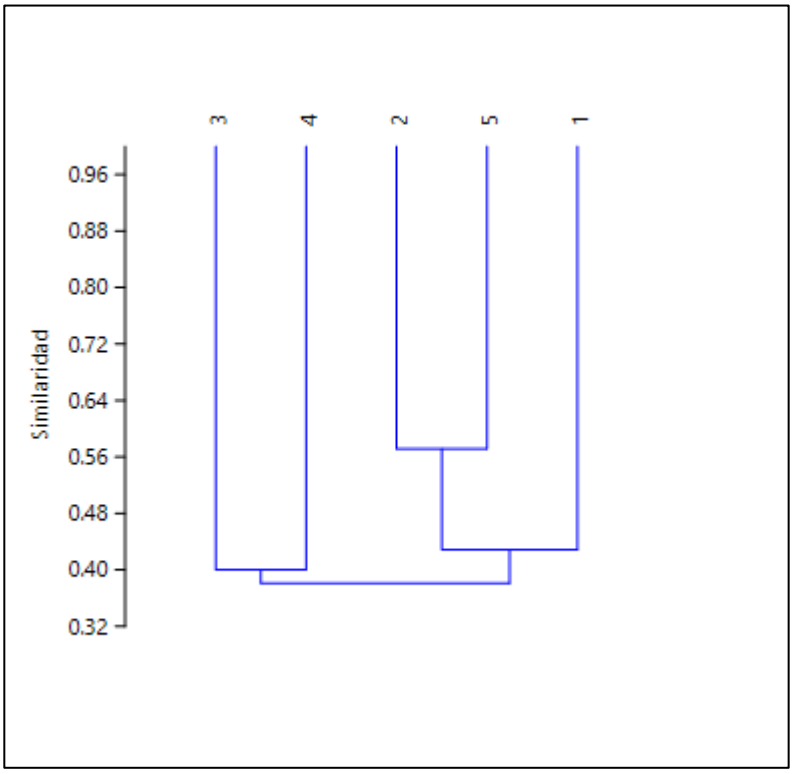
La mayor similaridad entre estacione se presentó entre la número 2 (La Encantada) y número 5 (El Jordan, cerca de río Indio), con valores más bajos entre las estaciones 2 y 1, en las localidades donde se muestrearon las macrófitas acuáticas y semi acuáticas.

Tabla 4-176
Índice de similaridad de Bray Curtis en el tramo bajo del río Indio

Bray Curtis	1	2	3	4	5
1	1.00	**0.43**	0.19	0.30	0.00
2	**0.43**	1.00	0.35	0.27	**0.57**
3	0.19	0.35	1.00	0.40	0.38
4	0.30	0.27	0.40	1.00	0.20
5	0.00	**0.57**	0.38	0.20	1.00

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio

Gráfica 4-50
Análisis de conglomerados tramo bajo del río Indio



Tramo medio

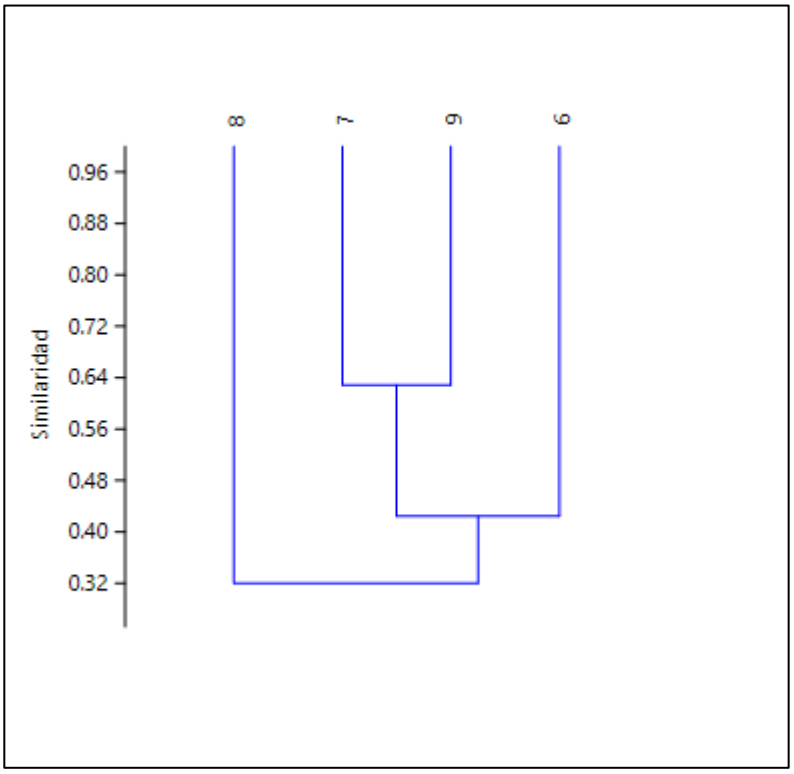
En el tramo medio las estaciones con mayor similaridad son la 7 (Boca de Uracillo) y la 9 (río Teriá) abajo (Tres Hermanas).

Tabla 4-177
Índice de similaridad de Bray Curtis para el tramo medio del río Indio

Bray Curtis	6	7	8	9
6	1.00	0.42	0.30	0.40
7	0.42	1.00	0.32	**0.63**
8	0.30	0.32	1.00	0.27
9	0.40	**0.63**	0.27	1.00

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).

Gráfica 4-51
Análisis de conglomerados del tramo medio de río Indio



Tramo alto

Las estaciones ubicadas en Claras Arriba (10) y quebrada La Arenilla muestran mayor similaridad con 0.63. También se aprecia una interesante similitud entre las estaciones 13 (río Teriá Arriba) y 10 (Las Claras Arriba).

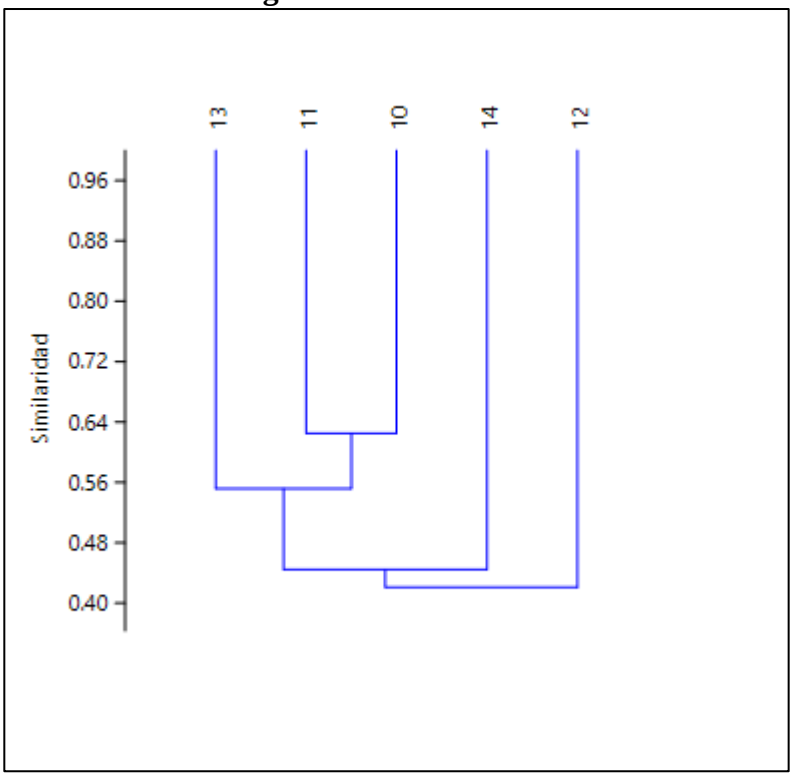
Tabla 4-178
Índice de Similaridad Bray Curtis para el tramo alto del río Indio

Bray Curtis	10		12	13	14
10	1.00	**0.63**	0.38	0.55	0.44
11	**0.63**	1.00	0.27	0.40	0.25
12	0.38	0.27	1.00	0.42	0.23
13	0.55	0.40	0.42	1.00	0.34
14	0.44	0.25	0.23	0.34	1.00

Fuente: Elaborado por el especialista, 2017.
Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

Gráfica 4-52

Análsisis de conglomerados tramo alto del río Indio



Análisis de resultados

Al realizar un análisis de las macrófitas acuáticas y semi acuáticas de toda la cuenca del río Indio, los resultados parecen indicar que no hay una diferencia marcada en cuanto a la riqueza de especies entre tramos bajo, medio y alto. Apenas si se puede establecer que en el tramo alto existe un ligero aumento en la riqueza de este grupo. La similaridad entre las estaciones solo se hace más visible en el tramo medio y alto, considerándose el tramo bajo el que presenta mayor diferenciación. Dentro de las estaciones del tramo medio y alto, la similitud está alrededor del 0.60 pero solo en dos estaciones, mostrando mayor variabilidad en la composición de especies el resto de las estaciones.

4.2.6 Análisis de los resultados para el medio terrestre

Síntesis de fauna terrestre

Los resultados de la actualización de la fauna terrestre de la cuenca de río Indio durante la estación lluviosa abarca unas 321 especies entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cifra que representa cerca del 20% de la fauna conocida de estos grupos para Panamá. Sin embargo, la cuenca de río Indio comprende unos 579.79 km^2, superficie que sólo comprende el 0.76%

de la extensión de Panamá. En ese sentido, aun cuando la mayoría de los ecosistemas de la cuenca muestran una gran alteración y destrucción por las actividades humanas, es sorprendente que todavía sirva de albergue a casi un cuarto de la diversidad de vertebrados terrestres del país.

Los antecedentes sobre la fauna no difieren mucho, por lo menos en lo que respecta a la riqueza de especies. Los informes sobre los mamíferos hacen referencia a unas 49 especies, mientras que en el presente se lograron registrar 51. Algo semejante se observó con los resultados de la herpetofauna, sin embargo la riqueza de especies de aves fue superior a lo conocido con anterioridad. En términos generales, la riqueza de especies de fauna de la cuenca tiene un gran aporte de especies con pocas restricciones de hábitat, es decir especies generalistas. No obstante, las especies con mayores restricciones de hábitat son menos, en virtud de la gran afectación que han tenido los hábitats originales de la zona.

En general, la mayor riqueza de especies de vertebrados terrestres se obtuvo en el tramo alto, con 196 especies, distribuidas en 24 anfibios, 17 reptiles, 110 aves y 45 mamíferos. Esta particularidad puede deberse en parte a que en la parte alta están los tipos de cobertura mejor conservados (bosque montanos y premontanos). Hay presencia humana, pero algunos sitios no han podido ser ocupados por asentamiento o cultivos en vista de lo accidentado del terreno.

En el tramo medio se obtuvo la menor riqueza de especies entre los tres tramos, con un total de 146 especies, distribuidas en 14 anfibios, 15 reptiles, 93 aves y 24 mamíferos. El tramo medio ha sufrido la mayor afectación en lo que respecta a su cobertura boscosa, en el área predominan diferentes usos agropecuarios y hay mayor cantidad de asentamientos humanos. Es evidente una gran fragmentación de los ecosistemas originales y la conectividad entre los parches de hábitat es escasa, lo que limita el movimiento de la fauna con poca capacidad de desplazamientos.

El tramo bajo fue menos diverso que el tramo alto, pero más diverso que el del medio. En el tramo bajo de la cuenca se observaron 20 especies de anfibios, 15 de reptiles, 116 de aves y 22 de mamíferos. Cabe señalar que en el tramo bajo hubo ligeramente una mayor riqueza de especies de aves en comparación con el tramo bajo. Esta sección tuvo la adición de especies del manglar, tipo de cobertura que hubo en los demás tramos.

El palmar (uso agropecuario), por su abandono ha tenido un proceso regenerativo de la vegetación, a tal grado que tienen las características de un bosque maduro en algunos sectores. En este tipo de cobertura se observó un águila crestada (*Morphnus guianensis*), un ave propia de bosques en buen estado de conservación y difícilmente observable en una plantación en propiedad.

Entre la herpetofauna hubo pocas especies consideradas bajo amenaza. La mayor parte de la especies no son consideradas ni por las instancias nacionales (MiAmbiente), ni por las internacionales (CITES, UICN). Sobresalen dos crocodílidos (cocodrilo y caimán), cuya amenaza estriba principalmente por el tráfico de sus pieles.

Entre las aves se observaron 35 especies bajo diferentes grados de amenaza, aves que incluyen perdices, colibríes, rapaces diurnos, tucanes, búhos, pericos y loros. Entre las aves

amenazadas sobresalen aves de importancia en comercio como loros y pericos, lo mismo que tucanes. La presencia del águila crestada (*Morphnus guianensis*), al igual que otras especies de rapaces diurnos, tiene relevancia por la función ecosistémica que éstas especies tienen en los diferentes hábitat, regulando las poblaciones de otros vertebrados. Los colibríes son identificados bajo amenaza, no obstante en nuestro país no existe tráfico de éstas aves y su amenaza está en función principalmente por la pérdida de hábitat.

Entre los mamíferos hubo 12 especies amenazadas, entre las que se destaca el jaguar (*Panthera onca*), el felino más grande de Mesoamérica, y que en Panamá está en grave estado de conservación. En este grupo la mayor parte de las especies consideradas bajo amenaza, están en situación seria de conservación, especialmente las de interés cinegético como el venado cola blanca y el conejo pintado. Otras especies como el tigrillo y el manigordo (Felinos) están bajo amenaza principalmente por la pérdida de su hábitat y en algunos casos son cazados por sus pieles que son de gran atractivo en la industria peletera.

4.2.7 Análisis de los resultados para el medio acuático

- **Macrófitas**

Se realizó una evaluación de la composición, abundancia, riqueza de especies y diversidad de macrófitas en los tramos bajo, medio y alto de la cuenca hidrográfica del río Indio.

Tramo bajo

Treinta y un especies de macrófitas componen la riqueza total de especies en el tramo bajo del río Indio, siendo la estación 2 (La Encantada-Alcarreto), la que cuenta con la mayor riqueza por estación con quince especies, la mayor abundancia de individuos y la mayor diversidad (2.708 *bels*) según la función de Shannon. La equidad de Pielou dio un valor de 1, dado que se los datos se presentan de forma cualitativa. La menor riqueza con 7 especies diferentes se reporta en la estación 4 (El Jobo Abajo). Los índices de riqueza de Menhinick y Margalef, dio un resultado de 3.873 y 5.17, respectivamente para la estación 2 (La Encantada – Alcarreto), mientras que para todo el tramo alto dio 4.143 y 7.453, con los mismos índices. La abundancia fue de 56 individuos en el tramo bajo. *Pavonia schiedeana* Steud. (Malvaceae) es la macrófita con mayor distribución reportándose en 4 de las 5 estaciones muestreadas.

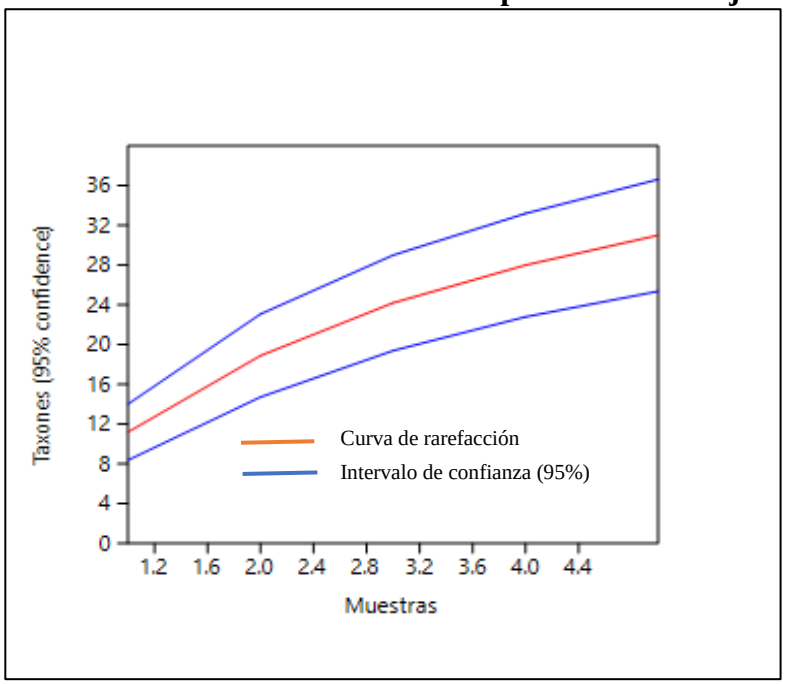
Tabla 4-179
Índices de diversidad, riqueza y equidad del tramo bajo (macrófitas)

Estaciones	1	2	3	4	5	Total
Taxones	13	**15**	8	7	13	**31**
Individuos	13	**15**	8	7	13	**56**
Shannon_H	2.565	**2.708**	2.079	1.946	2.565	**3.316**
Menhinick	3.606	**3.873**	2.828	2.646	3.606	**4.143**
Margalef	4.678	**5.17**	3.366	3.083	4.678	**7.453**
Equidad	1	1	1	1	1	**1**

Fuente: Elaborado por el consultor, 2017.
Clave numérica: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4 Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

Con el fin de determinar la relación entre especies capturadas y esperadas se confeccionó una curva de rarefacción de muestras que indica para el tramo bajo que los organismos reportados se encuentran dentro del número esperado para los muestreos realizados (gráfica 4-53).

Gráfica 4-53
Curva de rarefacción de muestras para el tramo bajo



Tramo bajo: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4 Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

La mayor similitud entre estaciones se presentó entre la número 2 (La Encantada) y número 5 (río Indio frente a escuela Dominical.), con valores más bajos entre las estaciones 2 y 1. En general, no parece existir mucha similitud entre las estaciones muestreadas.

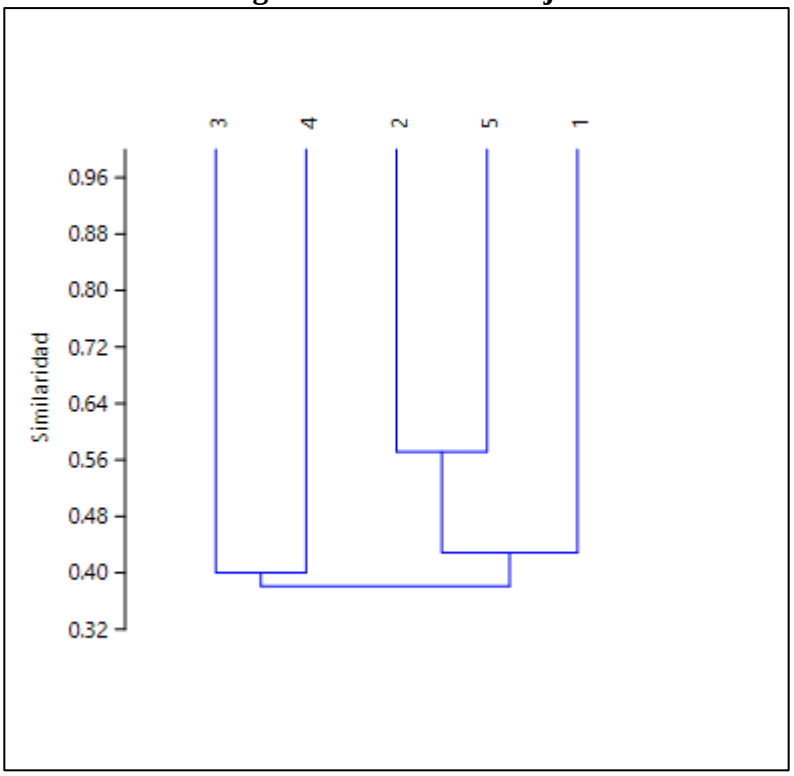
Tabla 4-180
Índice de similitud de Bray Curtis en el tramo bajo del río Indio

Estaciones	1	2	3	4	5
1	1.00	**0.43**	0.19	0.30	0.00
2	**0.43**	1.00	0.35	0.27	**0.57**
3	0.19	0.35	1.00	0.40	0.38
4	0.30	0.27	0.40	1.00	0.20
5	0.00	**0.57**	0.38	0.20	1.00

Clave numérica: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4 Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

La estructura y composición de especies es más similar entre las estaciones 2 y 5, aunque los valores no son muy altos alcanzando una similitud de 0.40.

Gráfica 4-54
Análisis de conglomerados tramo bajo del río Indio



Clave numérica: 1-Qda Membrillar, 2- Qda La Encantada, 3- Vado La Encantada, 4 Desembocadura río Jobo, 5- río Indio frente a escuela Dominical.

Tramo medio

El tramo medio presenta una riqueza de 30 especies que se distribuyen desde los 25 msnm hasta los 63 msnm, aproximadamente. La estación 7 ubicada en Boca de Uracillo presenta una riqueza de 19 especies, siendo el más alto valor para esta sección de la cuenca. Ochenta y cinco macrófitas representan la abundancia total para el tramo medio, mientras que la mayor diversidad por estación se presenta en la estación 7 con 2.944 bels. El índice de riqueza de Menhinick fue de 3.362 y el de Margalef de 6.753 para toda la cuenca. La estación 7 también presenta los valores más altos para estos índices.

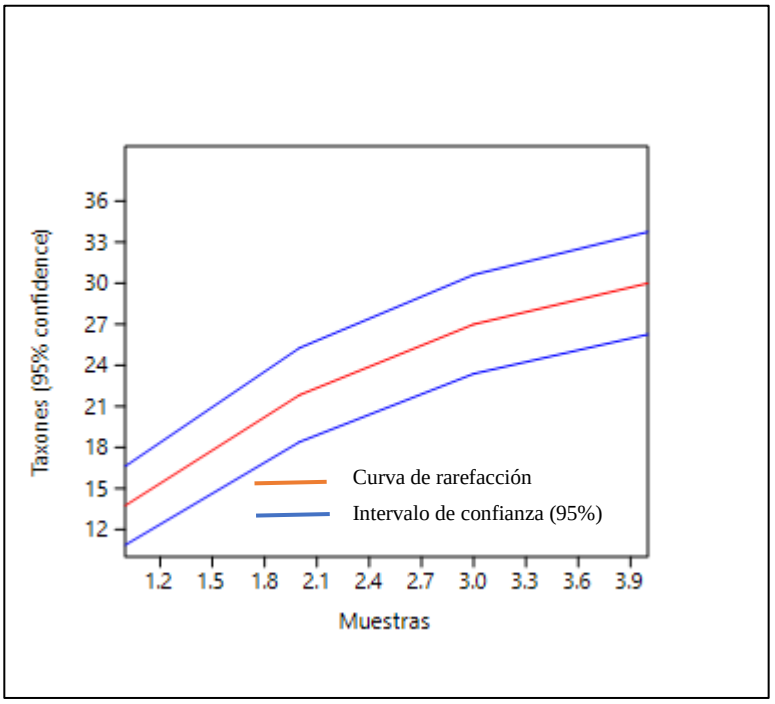
Tabla 4-181
Índices de diversidad, riqueza y equidad del tramo medio (macrófitas)

Estaciones	**6**	**7**	**8**	**9**	**Total**
Taxones	14	19	6	16	31
Individuos	14	**19**	6	16	**85**
Shannon_H	2.639	**2.944**	1.792	2.773	**2.783**
Menhinick	3.742	**4.359**	2.449	4	**3.362**
Margalef	4.926	**6.113**	2.791	5.41	**6.753**
Equidad	1	1	1	1	0.8105

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

Se confecciono una curva de rarefacción de muestras para determinar si los resultados obtenidos concordaban con los resultados esperados indicando que las muestras están dentro de los parámetros esperados.

Gráfica 4-55
Curva de rarefacción de muestras



Tramo medio: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

En el tramo medio las estaciones con mayor similitud son la 7 (Boca de Uracillo) y la 9 (río Teriá abajo (Tres Hermanas) según los análisis de similitud de Bray Curtis.

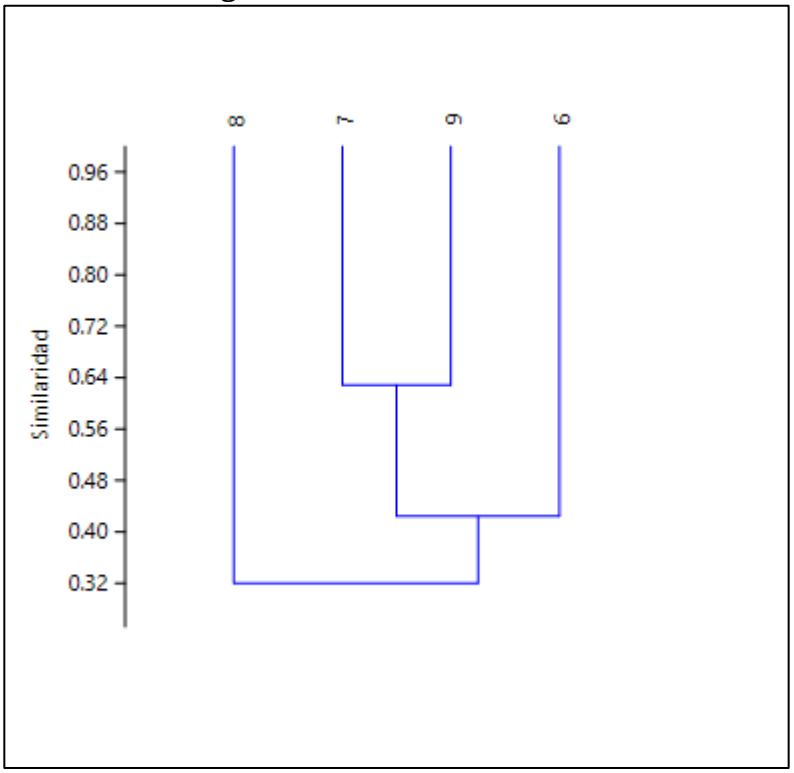
Tabla 4-182
Índice de similitud de Bray Curtis para el tramo medio del río Indio

Estaciones	6	7	8	9
6	1.00	0.42	0.30	0.40
7	0.42	1.00	0.32	**0.63**
8	0.30	0.32	1.00	0.27
9	0.40	**0.63**	0.27	1.00

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

La composición de especies parece ser más afín entre las estaciones 7 y 9 con similitud de 0.64; las otras estaciones muestran valores más bajos indicando que tienden a ser diferentes las especies que se encuentran entre una estación y otra.

Gráfica 4-56
Análisis de conglomerados del tramo medio de río Indio



Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas). Fuente: URS/AECOM.

Tramo alto

El tramo alto presenta la mayor riqueza de toda la cuenca hidrográfica del río Indio con 34 especies repartidas en altitudes que van desde los 230 msnm hasta más de 400 msnm en la estación 14, ubicada en el nacimiento del río Indio. La riqueza de especies no parece que presente diferencias significativas entre los tramos bajo, medio y alto con valores muy similares en cuanto al número de especies de macrófitas reportadas. La diversidad fue mayor en la estación 10 (Las Clara Arriba). La riqueza según Menhinick fue de 4.234 y según Margalef, 5.882. La abundancia total fue de 69 organismos.

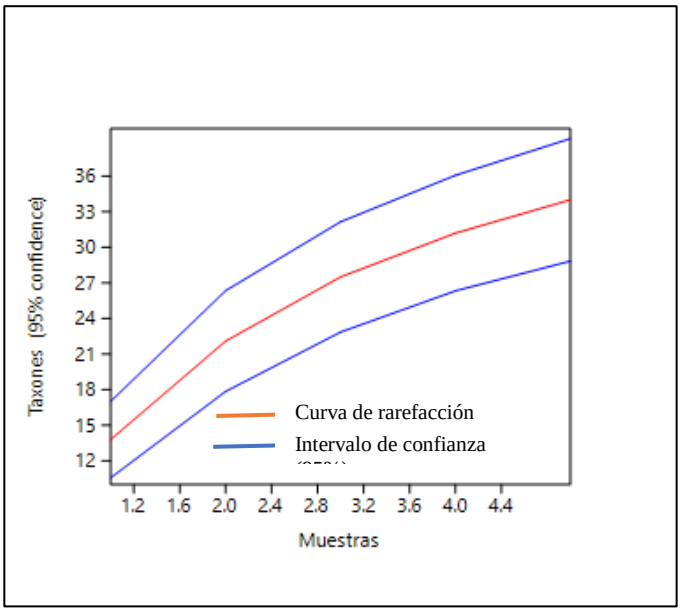
Tabla 4-183
Índices de diversidad, riqueza y equidad del tramo alto (macrófitas)

Estaciones	10	11	12	13	14	T
Taxones	18	14	8	11	18	**34**
Individuos	18	14	8	11	18	**69**
Shannon_H	**2.89**	2.639	2.079	2.398	2.89	3.394
Menhinick	**4.243**	3.742	2.828	3.317	4.243	4.093
Margalef	**5.882**	4.926	3.366	4.17	5.882	7.794
Equidad	1	1	1	1	1	0.9624

Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento. Fuente: URS/AECOM.

La curva de rarefacción de muestras indica que las observaciones están dentro de los rangos esperados para las macrófitas colectadas.

Gráfica 4-57
Curva de rarefacción de muestras



Tramo alto: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

Las estaciones ubicadas en Claras Arriba (10) y quebrada La Arenilla muestran mayor similitud con 0.63. También se aprecia una interesante similitud entre las estaciones 13 (río Teriá Arriba y 10 (Las Claras Arriba).

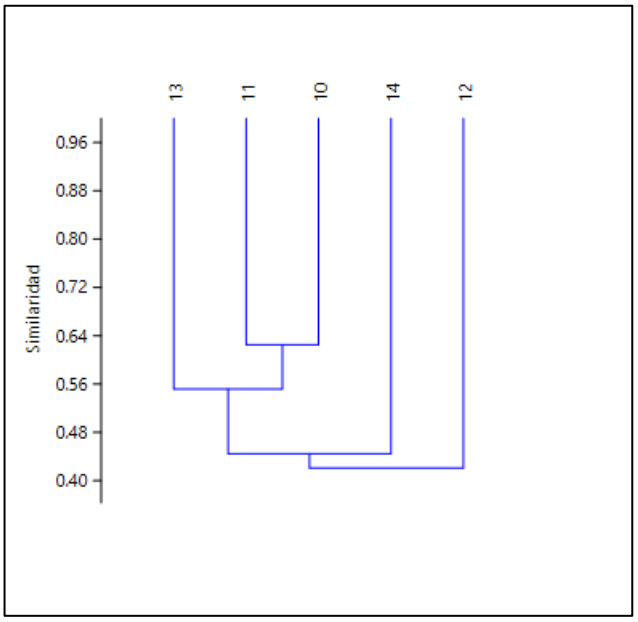
Tabla 4-184
Índice de Similitud Bray Curtis para el tramo alto del río indio

Estaciones	10	11	12	13	14
10	1.00	**0.63**	0.38	0.55	0.44
11	**0.63**	1.00	0.27	0.40	0.25
12	0.38	0.27	1.00	0.42	0.23
13	0.55	0.40	0.42	1.00	0.34
14	0.44	0.25	0.23	0.34	1.00

Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.
Fuente: URS/AECOM.

La estructura y composición de las estaciones indica que tienen un grado de similitud de 0.63 entre la estación 10 y 11, ubicadas Claras Arriba y quebrada la Arenilla. Estas dos últimas estaciones parecen tener algo de similitud (0.55) con la estación 13 localizada en río Teriá arriba.

Gráfica 4-58
Análisis de conglomerados tramo alto del río Indio



Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

- **Insectos**

Se realizó una evaluación de la composición, abundancia, riqueza de especies y diversidad de insectos acuáticos en los tramos bajo, medio y alto de la cuenca hidrográfica del río Indio, lo cual se presenta a continuación.

Tramo bajo

La abundancia total para el tramo bajo fue de 207 organismos repartidos en 27 especies que representan la riqueza total. El índice de riqueza de Menhinick y el de Margalef fue de 1.877 y 4.876, respectivamente para todo el tramo bajo. Dentro de las estaciones, el índice de riqueza de Menhinick y el de Margalef fue mayor en la estación 2. La estación 3 (La Encantada-parte media) presentan la mayor riqueza especifica por estación y también la mayor abundancia con 157 individuos. Aunque la diversidad de acuerdo a la función de Shannon fue mayor con 2.206 bels en La Encantada- parte media (estación 3), la equidad presentó un mayor valor en La Encantda-Alcarreto (estación 3). La equidad también fue superior en La Encantada – Alcarreto.

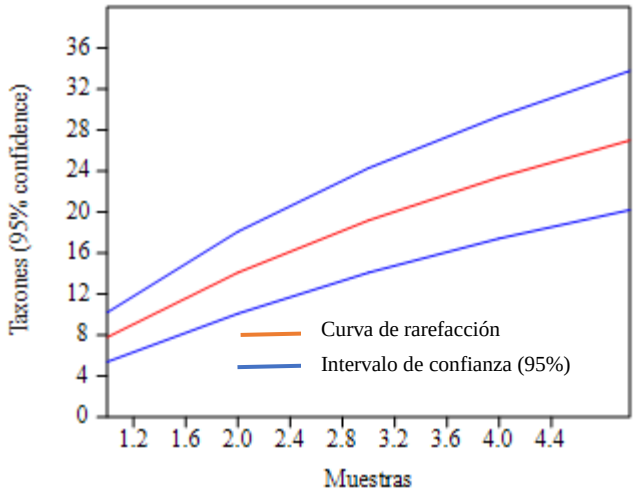
Tabla 4-185
Índices de diversidad, riqueza y equidad tramo bajo (insectos acuáticos)

Estaciones	1	2	3	4	5	Total
Taxones	3	9	**15**	7	5	**27**
Individuos	6	15	**157**	12	17	**207**
Shannon_H	1.011	2.084	**2.206**	1.82	1.365	**2.733**
Menhinick	1.225	**2.324**	1.197	2.021	1.213	1.877
Margalef	1.116	**2.954**	2.769	2.415	1.412	**4.876**
Equidad	0.9206	**0.9484**	0.8147	0.9353	0.8479	0.8292

Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El Jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio,
Fuente: URS/AECOM

Los análisis de las curvas de rarefacción indican que en las estaciones muestreadas las capturas esperadas concuerdan con las obtenidas.

Gráfica 4-59
Curva de rarefacción de muestras



Tramo bajo: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio
Fuente: URS/AECOM.

En el tramo bajo las estaciones que presentaron mayor similitud en cuanto a la estructuras de especies fueron la numero 2 (La Encantada/Alcarreto) y número 4 (El Jobo abajo), aunque estas similitudes no tienen valores muy altos (0.22). Las demás estaciones presentan valores aún más bajos.

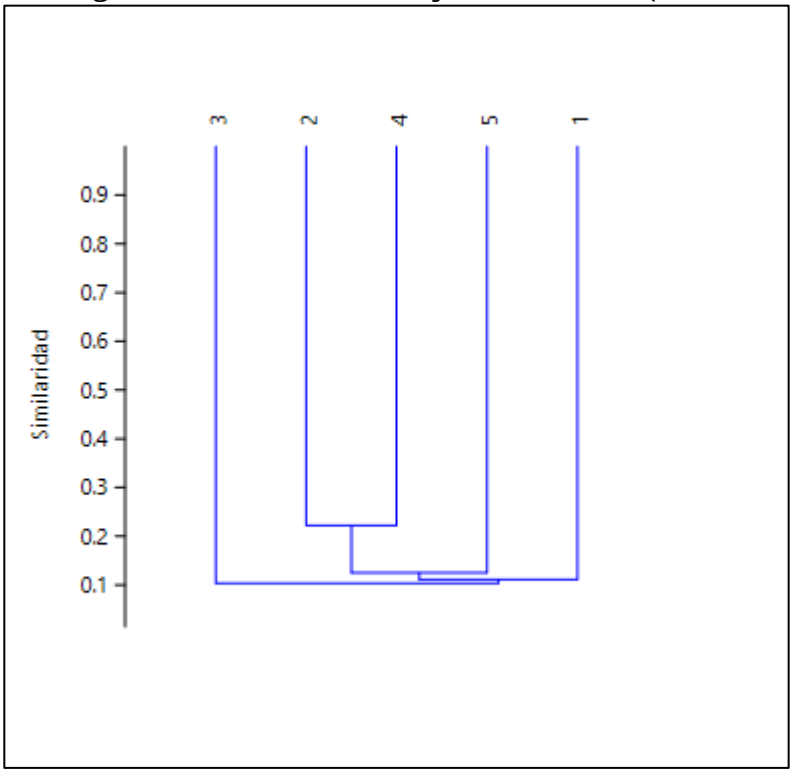
Tabla 4-186
Índices de similitud Bray Curtis para el tramo bajo del río Indio (Insectos acuáticos).

Estaciones	1	2	3	4	5
1	1.00	0.10	0.00	0.11	0.00
2	0.10	1.00	0.08	**0.22**	0.13
3	0.00	0.08	1.00	0.02	0.10
4	0.11	**0.22**	0.02	1.00	0.07
5	0.00	0.13	0.10	0.07	1.00

Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El Jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio,
Fuente: URS/AECOM

La composición específica parece diferir mucho en las estaciones muestreadas en el tramo bajo ya que las estaciones que presentan mayor afinidad (2 y 4) solo poseen un valor menor al 0.30. Esto parece indicar que las comunidades se diferencian mucho en esta sección del río.

Gráfica 4-60
Análisis de conglomerados del tramo bajo del río Indio (insectos acuáticos)



Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio
Fuente: URS/AECOM.

Tramo medio

La estación con mayor riqueza (19 especies) es la número 9 ubicada en el río Teriá abajo (Tres Hermanas), también presenta la mayor abundancia con 90 organismos, la mayor diversidad con 2.432 bels y el mayor índice de riqueza con 2.003 y 4 para Menhinick y Margalef, respectivamente. La equidad por otro lado es mayor con 0.8982 en río El Silencio. La abundancia total para el tramo medio fue de 190 individuos mientras que la riqueza específica total fue de 26 especies.

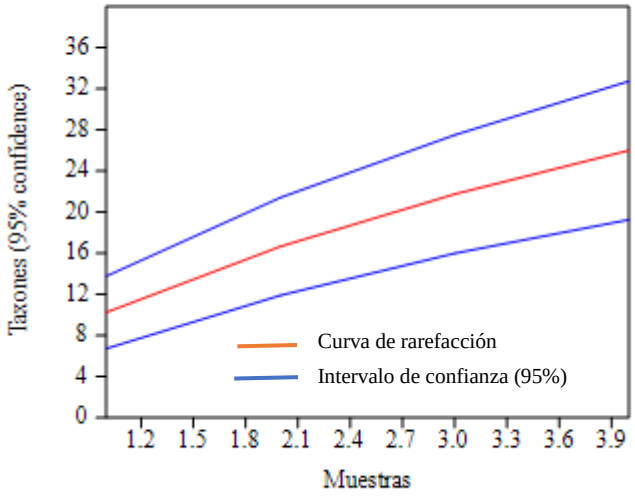
Tabla 4-187
Índices de diversidad, riqueza y equidad del tramo medio (insectos acuáticos)

Estaciones	6	7	8	9	Total
Taxones	9	7	6	**19**	**26**
Individuos	43	47	10	**90**	**190**
Shannon_H	1.451	1.374	1.609	**2.432**	**2.489**
Menhinick	1.372	1.021	1.897	**2.003**	1.886
Margalef	2.127	1.558	2.171	**4**	4.765
Equidad	0.6605	0.7062	**0.8982**	0.8261	0.7638

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM

En términos generales las curvas de rarefacción indican que los campturas obtenidas concuerdan con las capturas esperadas.

Gráfica 4-61
Curva de rarefacción de muestras



Tramo medio: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM

La mayor similitud entre las estaciones en el tramo medio la presentó las estaciones 7 (Boca de Uracillo) y 8 (río El Silencio). No parecen existir mayor afinidad entre las otras estaciones muestreadas.

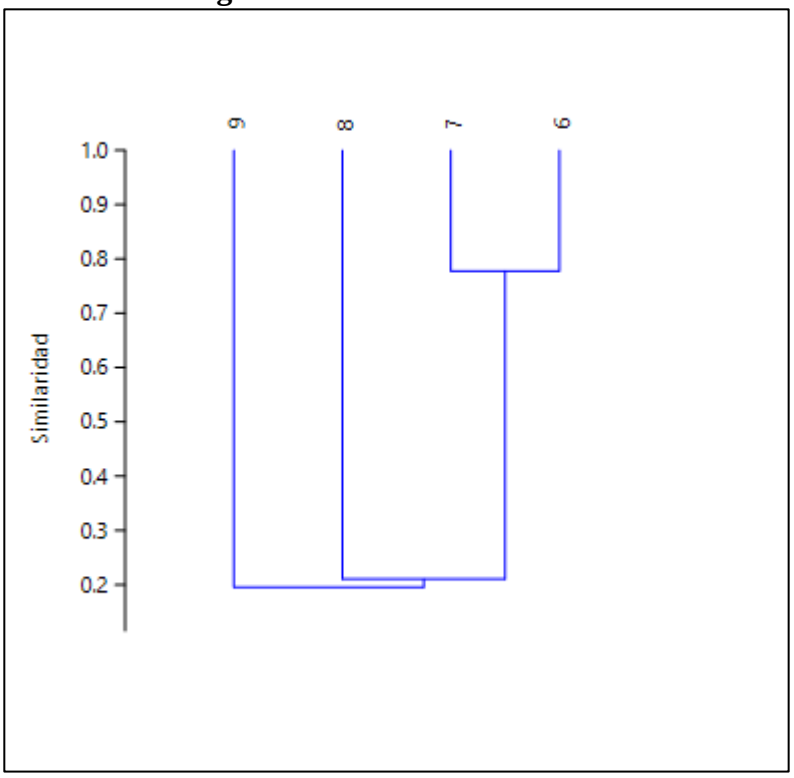
Tabla 4-188
Índice de similitud de Bray Curtis para el tramo medio del río Indio (Insectos acuáticos)

Estaciones	6	7	8	9
6	1.00	**0.78**	0.19	0.20
7	**0.78**	1.00	0.21	0.13
8	0.19	0.21	1.00	0.16
9	0.20	0.13	0.16	1.00

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Río El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM

Si bien es cierto existe una similitud entre la estación 6 y 7, no parece existir una gran afinidad entre las estaciones, lo que indica que la composición de especies entre estaciones es muy variada.

Gráfica 4-62
Análisis de conglomerados del tramo medio del río Indio



Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM

Tramo alto

Trescientos cincuenta especímenes fueron colectados en el tramo alto del río Indio. La riqueza total fue de 38 especies diferentes. La diversidad según la función de Shannon fue de 2.897 *bel* y la equidad de 0.7963. Por estación, la que presenta la mayor riqueza específica (19) y la mayor diversidad (2.543) fue la estación 12 ubicada en el río Teriá (nacimiento), cabe destacar que la estación 14 localizada en el rio Indio (nacimiento) también mostró una diversidad de 2.543 *bels*. Por otro lado, la mayor abundancia se detecta en quebrada La Arenilla (estación 11). La equidad fue mayor en la estación 14 (Río indio/nacimiento).

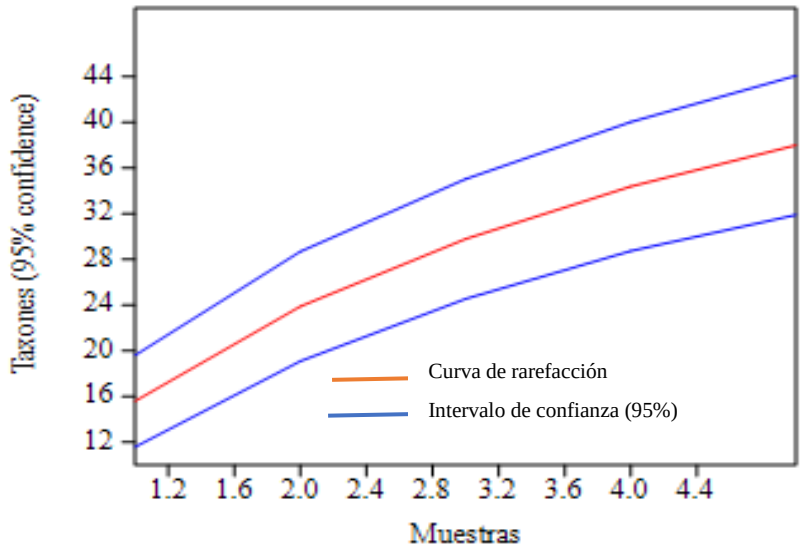
Tabla 4-189
Índices de diversidad, riqueza y equidad tramo alto (insectos acuáticos)

Estaciones	10	11	12	13	14	Total
Taxones	15	15	**19**	14	15	**38**
Individuos	74	**104**	101	31	40	**350**
Shannon_H	2.221	2.226	**2.543**	2.388	**2.543**	**2.897**
Menhinick	1.744	1.471	1.891	2.514	**2.372**	2.031
Margalef	3.253	3.014	**3.9**	3.786	3.795	6.316
Equidad	0.8203	0.8219	0.8637	0.9049	**0.939**	0.7963

Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.
Fuente: URS/AECOM

En general en las estaciones las especies capturadas concuerdan con las esperadas de acuerdo a la curva de rarefacción de muestras.

Gráfica 4-63
Curva de rarefacción



Tramo alto: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

En el tramo alto las estación número 10 (las Claras Arriba) tiene mucha similitud con la estación número 11 (quebrada la Arenilla), aunque con valores menores, la estación número 13 (río Teriá Arriba), se relaciona mucho con la estación número 14 (río Indio, nacimiento).

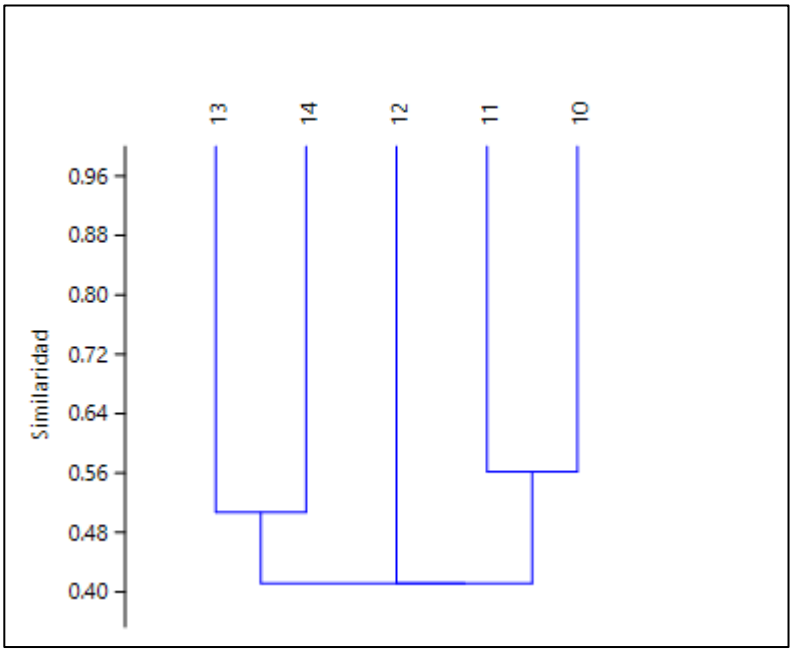
Tabla 4-190
Índice de similitud Bray Curtis para el tramo alto del río Indio (Insectos acuáticos)

Estaciones	10	11	12	13	14
10	1.00	**0.56**	0.41	0.29	0.37
11	**0.56**	1.00	0.27	0.30	0.29
12	0.41	0.27	1.00	0.29	0.41
13	0.29	0.30	0.29	1.00	**0.51**
14	0.37	0.29	0.41	**0.51**	1.00

Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.
Fuente: URS/AECOM

Aunque existe similitud entre algunas estaciones, es decir, la composición de especies es similar, esta similitud, solo alcanza 0.56 como máximo expresado entre las estaciones 10 y 11.

Gráfica 4-64
Análisis de conglomerados del tramo alto del río Indio



Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.
Fuente: URS/AECOM

- **Macro invertebrados**

Se realizó una evaluación de la composición, abundancia, riqueza de especies y diversidad de macroinvertebrados en los tramos bajo, medio y alto de la cuenca hidrográfica del río Indio, lo cual se presenta a continuación.

La riqueza de macro invertebrados fue de solo 4 especies para el tramo bajo del río Indio. La diversidad según la función de Shannon fue de solo 1.298 bels para toda la zona. La diversidad más alta se manifestó en la estación 3 ubicada en La Encantada/parte media con 1.31 bels. La riqueza en el tramo medio y tramo alto fue de 5 especies con una diversidad de 1.479 bels y 1.396, respectivamente. En el tramo medio la diversidad más alta se manifestó en la estación 7 (boca de Uracillo) con 1.491 bels, mientras que en el tramo alto la estación número 10 (las Claras Arriba) la diversidad fue de 1.346 bels, la más alta para esta sección del río. En general, la diversidad mostró valores entre bajos y medios para los macro invertebrados colectados en los tramos bajo, medio y alto.

Tramo bajo

El número total de organismos colectados o abundancia para el tramo bajo del río Indio fue de 162 y la riqueza específica fue de 4 especies diferentes con una diversidad de 1.298 *bels*. En todas las estaciones reportadas la riqueza específica fue la misma (4 especies), con una mayor abundancia en la estación 3 y 5 con 41 y 42 especímenes, registrados, no obstante, el índice de riqueza de Menhinick fue mayor en la estación 2 y el de Margalef en la estación 4. La diversidad presentó su valor más alto en la estación 1, mientras que la equidad fue mayor en la estación 3. La estación 5 presento una abundancia de 42 organismos y la estación 3 de 41 organismos, ambas comparten una diversidad según la función de Shannon igual (1.254 y 1.255, respectivamente).

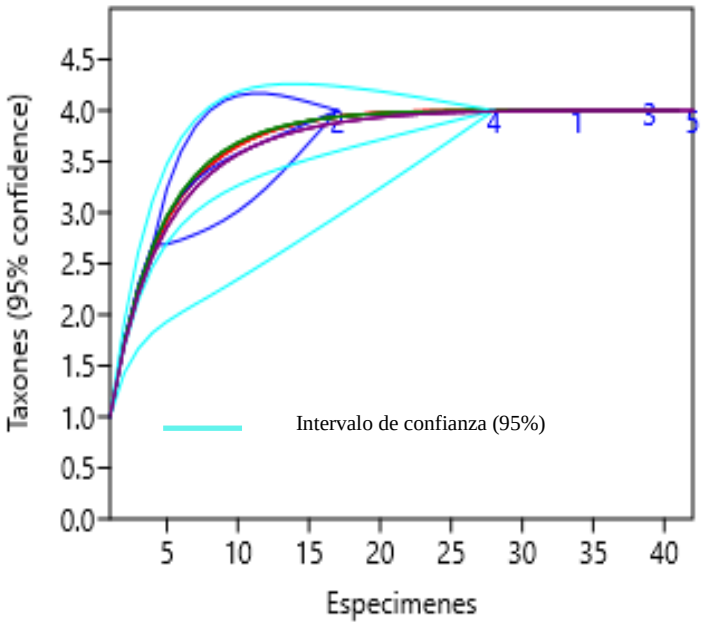
Tabla 4-191
Índices de diversidad, riqueza y equidad tramo bajo (macro invertebrados)

Estaciones	1	2	3	4	5	Total
Taxones	4	4	4	4	4	**4**
Individuos	34	17	**41**	28	**42**	**162**
Shannon_H	**1.283**	1.254	1.31	1.157	1.255	**1.298**
Menhinick	0.686	**0.9701**	0.6247	0.7559	0.6172	0.3143
Margalef	0.8507	1.059	0.8078	**0.9003**	0.8026	0.5897
Equidad	0.9256	0.9046	**0.9447**	0.835	0.905	0.9364

Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio
Fuente: URS/AECOM.

La poca cantidad de especies parece indicar que las especies capturadas en este caso particular son las esperadas y se encuentran dentro de los límites de confianza.

Gráfica 4-65
Curva de rarefacción



Tramo bajo: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio
Fuente: URS/AECOM.

En general, el tramo bajo presenta estaciones muy similares en la composición de especies. Aunque la mayor similitud se reporta entre las estaciones 1 (Membrillal) y 3 (La Encantada, parte media) con 0.85, también es alta la similitud entre El Jobo abajo (4) y El Jordan cerca de rio Indio (5).

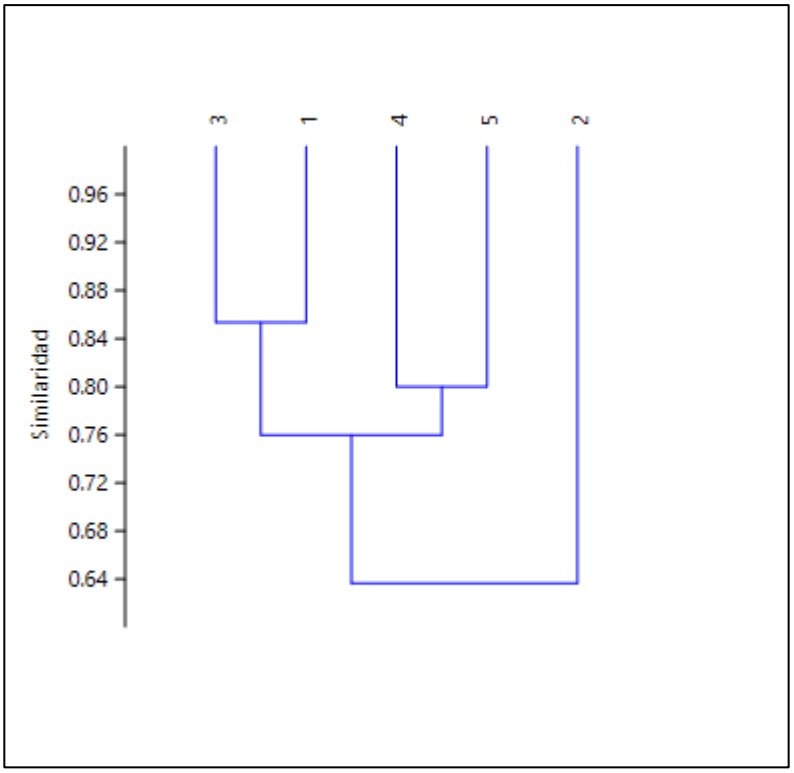
Tabla 4-192
Índice de similitud de Bray Curtis para los macro invertebrados del tramo bajo del río Indio

Estaciones	1	2	3	4	5
1	1.00	0.63	**0.85**	**0.81**	0.74
2	0.63	1.00	0.59	0.76	0.58
3	**0.85**	0.59	1.00	0.72	0.77
4	0.81	0.76	0.72	1.00	**0.80**
5	0.74	0.58	0.77	0.80	1.00

Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio,

La estación 1 y 3 presentan una similitud en la composición de especies bastante alta con un valor de 0.85, mientras que la similitud entre la estación 4 y 5 fue de 0.80. Los datos parecen indicar que en general, la estructura poblacional de este sector del rio es más homogéneo.

Gráfica 4-66
Análisis de conglomerados para el tramo bajo del río Indio



Clave numérica: 1-Membrillal, 2- La Encantada-Alcarreto, 3- La Encantada-parte media, 4 El jobo abajo, 5-El Jordan-cerca de río Indio
Fuente: URS/AECOM.

Tramo medio

La riqueza específica total y por estación fue de 5 especies de macro invertebrados. Por estación el índice de riqueza de Menhinick y Margalef con 1.581 y 1.737, respectivamente, se presentó en la estación 9. La diversidad total fue de 1.479 bels y por estación el valor más alto se reflejó en la estación 7 con 1.491 bels. El tramo medio presentó una abundancia de organismos de 169 mientras que la estación 6 fue la más abundante con 96 especímenes. La equidad total fue de 0.9189 mientras que la equidad por estación más alta fue de 0.9263.

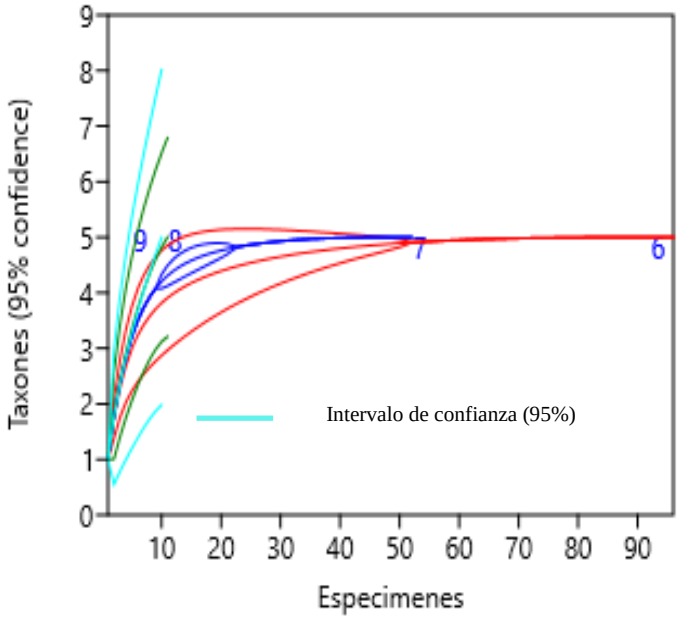
Tabla 4-193
Índices de diversidad, riqueza y equidad tramo medio (macro invertebrados)

Estaciones	6	7	8	9	Total
Taxones	5	5	5	5	5
Individuos	**96**	52	11	10	**169**
Shannon_H	1.389	**1.491**	1.414	1.359	**1.479**
Menhinick	0.5103	0.6934	1.508	**1.581**	0.3846
Margalef	0.8764	1.012	1.668	**1.737**	0.7797
Equidad	0.8631	**0.9263**	0.8787	0.8445	**0.9189**

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

Las especies capturadas se enmarcan en las especies esperadas, tal vez debido a la poca riqueza de especies reportadas para los macroinvertebrados.

Gráfica 4-67
Curva de rarefacción



Tramo medio: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

El grupo de estaciones muestreadas presenta mucha similitud entre sí. La estación 8 (rio El Silencio) y la estación 9 (río Teriá abajo) presentan un valor de 0.71, mientras que las estaciones 6 (Intersección Uracillo/San Cristóbal) y 7 (Boca de Uracillo) presentan un valor de 0.68. Si bien no son los valores más altos para todo el estudio de la cuenca hidrográfica del río Indio parecen mostrar también una mayor homogeneidad en la composición y estructura de las especies.

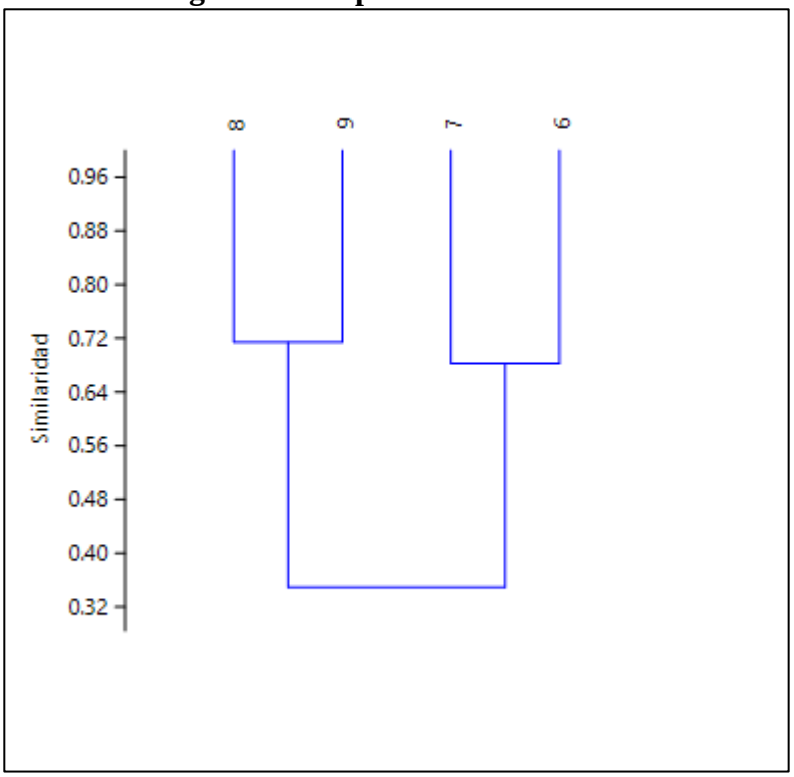
Tabla 4-194
Índice de similitud de Bray curtis para los macro invertebrados del tramo medio del río Indio

Estaciones	6	7	8	9
6	1.00	**0.68**	0.21	0.19
7	**0.68**	1.00	0.35	0.32
8	0.21	0.35	1.00	**0.71**
9	0.19	0.32	**0.71**	1.00

Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristobal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Rio El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).

La gráfica indica que existe mucha similitud entre las estaciones del tramo medio del río Indio, especialmente entre las estaciones 6 y 7 y las estaciones 8 y 9, aunque presentan dos grupos bien definidos desde el punto de vista de la composición de especies.

Gráfica 4-68
Análisis de conglomerados para el tramo medio del río Indio



Clave numérica: 6- Intersección Uracillo/San Cristóbal/El Coquillo, 7-Boca de Uracillo/Elo Coquillo, 8-Róo El Silencio, 9-Río Teriá abajo (Tres Hermanas).
Fuente: URS/AECOM.

Tramo alto

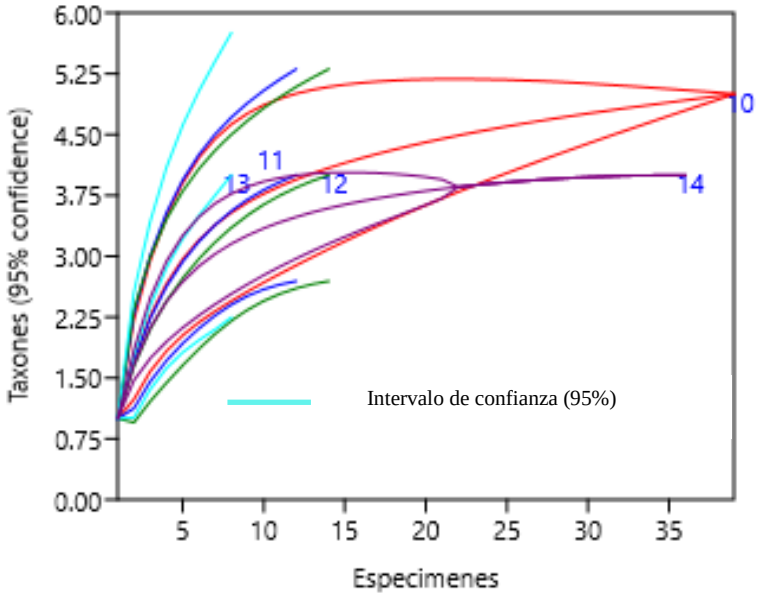
En el tramo alto, la estación 10 tuvo la mayor riqueza específica con 5 especies, la mayor cantidad de individuos (abundancia) con 39 y la mayor diversidad con 1.346 bels, en comparación con la riqueza específica total (109), la diversidad (1.396), la cual fue muy parecida. Aunque la riqueza especifica fue mayor en la estación 10, el índice de Mahnick y Margalef fue superior en la estación 13. La equidad también mostró su valor más alto en esta estación (13).

Tabla 4-195
Índices de diversidad, riqueza y equidad tramo alto (macro invertebrados)

Estaciones	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**Total**
Taxones	**5**	4	4	4	4	5
Individuos	**39**	12	14	8	36	109
Shannon_H	**1.346**	1.199	1.116	1.255	1.162	1.396
Menhinick	0.8006	1.155	1.069	**1.414**	0.6667	0.4789
Margalef	1.092	1.207	1.137	**1.443**	0.8372	0.8526
Equidad	0.8365	0.8648	0.8053	**0.9056**	0.8379	0.8672

Las especies capturadas corresponden a las especies esperadas dado la poca riqueza que presenta la zona.

Gráfica 4-69
Curva de rarefacción



Tramo alto: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

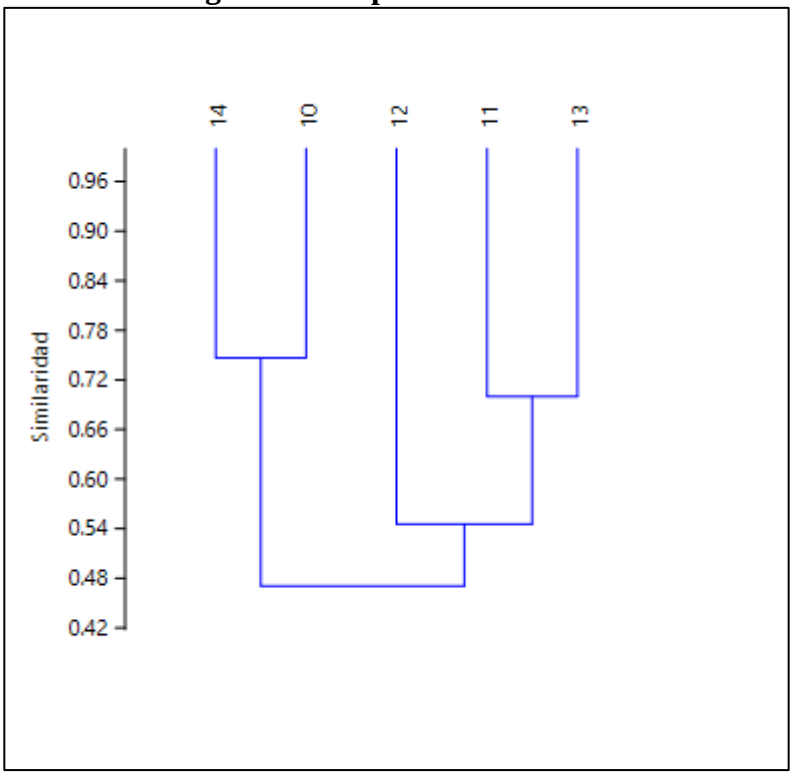
Las estaciones ubicadas en las Claras Arriba (10) y el nacimiento del río Indio (14) presentan una similitud de 0.75, mientras que las estaciones localizadas en quebrada La Arenilla (11) y río Teriá arriba (13) presentan un valor de 0.70, indicando al parecer una estructura poblacional bastante similar en la cuenca alta del río Indio.

Tabla 4-196
Índice de similitud Bray Curtis para los macro invertebrados del tramo alto del río Indio

Estaciones	10	11	12	13	14
10	1.00	0.47	0.34	0.34	**0.75**
11	0.47	1.00	0.46	**0.70**	0.46
12	0.34	0.46	1.00	0.55	0.32
13	0.34	0.70	0.55	1.00	0.36
14	0.75	0.46	0.32	0.36	1.00

Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

Gráfica 4-70
Análisis de conglomerados para el tramo alto del río Indio



Clave numérica: 10-Las Claras Arriba, 11-Quebrada La Arenilla, 12-Río Teriá/nacimiento, 13- Río Teriá arriba, 14-Río Indio/Nacimiento.

- **Ictiofauna**

Las especies registradas en el área de estudios forman parte de la fauna característica de los ríos y quebradas de la zona, donde por factores como la altitud y la temperatura, y siguiendo el patrón normal de distribución de las especies, a medida que se sube por el río se espera encontrar una baja diversidad de estas. De igual manera el registro de las especies va a depender en algunas ocasiones, de las técnicas de muestreos utilizadas, ya que algunas son más eficientes que las otras y se pueden registrar una mayor variabilidad de especies.

Durante el monitoreo en las estaciones establecidas, hay algunos factores a resaltar en cuanto a la aparición de especies. En muchas ocasiones lo angosto del sitio a muestrear o lo torrentoso, o las condiciones climáticas hacen difícil utilizar ciertos artes de pesca como la atarraya, las redes de arrastre o los trasmallos, lo que limita la búsqueda de los individuos, la incorporación del equipo de pesca eléctrica en algunos sitios donde es factible usarlo, ayuda mucho en esta labor por su portabilidad y facilidad de uso, permite incursionar sitios donde no se pueden introducir las redes y las características de los impulsos eléctricos permiten sacar aquellas especies bentónicas o cripticas.

Por otro lado, hubo estaciones en donde no se pudo muestrear con pesca eléctrica por la profundidad del cauce y lo fuerte de la corriente teniendo que utilizar trasmallo o atarraya. Esto se dio principalmente en las estaciones del tramo bajo. Aun así, las condiciones del tiempo no permitieron que en algunas estaciones como fue el caso de la estación 15 (Charcón desembocadura) se pudiesen colocar los trasmallos ya que al momento de los muestreos las fuertes lluvias ocasionaron la crecida del río a niveles altos muy significativos y la corriente no permitió finalizar el trabajo. En esta ocasión para tener un registro de las especies presentes en esta sección del río se realizó una entrevista con pescadores de la zona los cuales nos indicaron la presencia de aproximadamente 20 especies de peces entre ellos algunos marinos que suben al río (Robalos, pargos, sábalo real, roncadores, jurel) y de ríos (titi, mojarras, vieja peje perro, barbú entre otras.). En este caso, solo se usan nombres comunes porque algunas veces llaman con el mismo nombre a varias especies que se parecen por lo que la confirmación de esta información se realizará en el periodo seco.

En cuanto a la diversidad y abundancia de especies por estaciones de muestreo para la temporada lluviosa se registra un total de 25 especies, donde la estación E9 localizada en el tramo medio presenta el mayor número de especies, seguidas de las estaciones E8 también del tramo medio y las estaciones E12 y E13 del tramo alto cada una con 9 especies. La estación que presentó el menor número de especies fue la E6 del tramo bajo.

Si observamos los resultados por tramo para esta temporada, en cuanto al patrón de distribución de especies, observamos que las estaciones con el menor número de especie son las del tramo bajo y las más abundantes en especies son los tramos medio y alto. Esto guarda relación con el sitio de ubicación de las estaciones. Los puntos originalmente establecidos no presentaban las características más adecuadas para hacer los muestreos por lo que la mayor parte de ellas se tuvo que reubicar en campo tratando de que fuesen lo más representativas de cada tramo. En algún caso el esfuerzo de muestreo fue menor ya que algunas al momento

de muestrear, principalmente en el tramo bajo, era difícil por la profundidad y la crecida de los ríos. Lo que nos indica que para la próxima jornada habría que evaluar los sitios y realizar un mayor esfuerzo para esta sección de la cuenca.

5.0 LIMITACIONES ENCONTRADAS Y ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Durante el periodo comprendido entre el 29 de junio de 2017 al 11 de diciembre de 2017, se encontraron algunas limitaciones que resulta conveniente expresar brevemente en esta sección, las cuales se listan en la tabla 5-1, a continuación:

Tabla 5-1
Limitaciones encontradas y alternativas propuestas

	Limitaciones Encontradas	Alternativas
1	Crecidas repentinas en afluentes	• Se verificaron diariamente los pronósticos de clima. • Se identificaron sitios seguros de paso en los afluentes. • Se llevaron provisiones y se mantuvo comunicación fluida con otros grupos de trabajo cercanos.
2	Caminos en malas condiciones	• En base a los conocimientos previos de la contraparte técnica del estudio, se solicitó apoyo para la verificación de los accesos requeridos para finalizar las actividades de muestreo en la temporada lluviosa.
3	Carencia de información hidrometeorológica para el análisis de 30 años del clima de la cuenca de río Indio.	• Generación de una serie de tiempos de datos meteorológicos con base a un año de registros de la Estación de Las Marías. Estación Meteorológica. • Rehabilitación de 3 estaciones Hidrometereológicas que realiza ETESA y ACP en el marco de un Acuerdo de Cooperación, para la cuenca de río Indio. Importante mencionar la rehabilitación de estas 3 estaciones limnigráficas y que a futuro se puedan complementar con mediciones de otros parámetros, lo cual permitirá contar con datos confiables para el toda el área de la cuenca de río Indio.

La limitante principal para la temporada lluviosa fueron las precipitaciones constantes, característica de la temporada, las cuales limitaron el acceso a los sitios que se planificaron como sitios de muestreo. Adicionalmente estás lluvias provocaban crecidas repentinas en los afluentes cercanos a los sitios de muestreo, lo cual, ponía en riesgo la seguridad del equipo técnico en campo y adicionalmente, extendía los periodos que se tenían estipulados para el desarrollo de los alcances.

Por otro lado, algunos de los equipos utilizados contenían sensores muy delicados, los cuales requerían de un manejo y cuidado especial. Adicionalmente, los caminos no se encontraban en buenas condiciones dificultando el traslado e instalación de estos equipos. Esta situación hacía necesario el traslado de las piezas e insumos en forma manual hacia los sitios de muestreo.

Finalmente, una limitante para los componentes de flora y fauna terrestre fue el poco tiempo disponible para la generación oportuna del mapa de cobertura boscosa y uso de suelo, los cuales eran necesarios para definir con certeza las coberturas de bosque que serían considerados para la realización de los muestreos de campo.

6.0 CONCLUSIONES

Después de realizar las actividades asociadas al **Informe Final de Línea Base Ambiental** correspondiente a la temporada lluviosa del año 2017, el cual constituye uno de los productos del contrato denominado "Servicios Profesionales Especializados para la Elaboración de la Línea Base Ambiental para la Cuenca de Río Indio", se extraen las siguientes conclusiones:

COMPONENTE FÍSICO

Relieve del área

- La cuenca presenta cinco diferentes accidentes topográficos superficiales predominantes a saber:
    a. Planicies litorales y costeras bajas con cotas menores de 20 msnm, principalmente en el tramo bajo de la cuenca.
    b. Se pueden identificar cerros y colinas bajas.
    c. Montañas medias y bajas, con alturas que oscilan entre los doscientos y cuatrocientos (200 y 400) msnm.
    d. Montañas altas, que varían entre los cuatrocientos y seiscientos (400 y 600) msnm en el tramo medio y, tramo alto.
    e. Picos y cimas de montañas altas entre los que se identifican principalmente el Cerro Gaital, en la parte más alta de la cuenca.
- La topografía de la cuenca se caracteriza por un terreno fuertemente seccionado con pendientes y picos considerablemente empinadas, con cerros, montañas y picos colinas de forma cónica irregularmente espaciadas y un patrón de drenaje dendrítico. Las formas de relieve parecen ser el resultado de la escorrentía causada por la lluvia y la erosión de ríos y arroyos.

Geología y geomorfología

- La parte más antigua de la región es el tramo medio superior, formado a finales del Terciario hace unos 15 millones de años por levantamientos y acumulación de material volcánico.
- Geológicamente la cuenca del río Indio, está emplazada sobre formaciones litológicas del periodo terciario inferior - superior e indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico. Tomando en consideración los diferentes niveles altitudinales se puede establecer en base al Mapa Geológico de Panamá, que en la cuenca del río Indio se distinguen nueve (9) formaciones geológicas, de las cuales, cuatro son de origen sedimentario: (la formación Gatún; la formación Caimito, la formación Chagres del terciario y la formación Río Hato del cuaternario), y 5 formaciones de origen volcánico (la formación el Valle, la formación cerro El Encanto y la formación Tucué, Grupo Cañazas del terciario (compuesta por andesitas / basaltos, lavas, brechas, tobas y "plugo"), y las formaciones Cerro Viejo (compuesta por basaltos / andesita, amigdaloides vidriosos y basaltos post-ignimbríticos) y Cerro El Picacho, del cuaternario.

Suelos

- En el tramo alto de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de clase VII y VI que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural.
- En el tramo medio de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de Clase VII y VI que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural.
- En el tramo bajo de la cuenca del río Indio predominan los suelos con capacidad de clase VI y VII que corresponden a una zonificación forestal o de uso del bosque natural ocupan un 71.6% del tramo bajo.
- El tramo alto de la cuenca del río Indio es la más conservada por su cobertura boscosa. El uso del suelo de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido ocupan un 71.09% de la superficie del tramo alto.
- En el tramo medio de la cuenca del río Indio el uso de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido ocupan 52.65% de la superficie.
- En el tramo bajo de la cuenca del río Indio el uso de las diversas categorías de bosques desde maduro a intervenido y una pequeña zona costera de manglar ocupan 52.75% de la superficie.
- En general en el tramo bajo de la cuenca del río Indio los suelos son profundos, con contenido de materia orgánica de medio a bajo y ácidos.

Clima y zonas de vida

- La cuenca de río Indio tiene dos zonas climáticas según la clasificación climática de McKay, la más amplia es la que tiene un Clima tropical oceánico con estación seca corta y Clima subtropical con estación seca hacia la parte alta de la cuenca.
- La clasificación de Zonas de Vida dio como resultado tres clasificaciones: Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Muy Húmedo Premontano y Bosque Pluvial Premontano. La primera clasificación con distribución espacial en gran parte de la cuenca baja, media y alta, la segunda clasificación en la parte media de la cuenca y el Bosque Pluvial en la parte alta.
- La precipitación promedio anual en la cuenca del río Indio para el período 1987-2016, equivale a 2903 mm. La variación espacial entre el tramo bajo, medio y alto no es mucha con precipitación promedio anual de 2918, 2981 y 2824 mm respectivamente.
- El análisis espacial y temporal de la precipitación promedio de la cuenca por períodos de 10 años indica que la precipitación media de esta cuenca no ha tenido cambios significativos durante el periodo 1987-2016.

Hidrología

- La cuenca de río Indio carece de estaciones hidrometeorológicas completas. De acuerdo a la información proporcionada por la contraparte de ACP del proyecto de Capacidad Hídrica se han rehabilitado 3 estaciones pluviométricas en su mayoría dentro del área de la cuenca, lo cual se percibe como un importante beneficio en cuanto a la generación de datos climáticos que apoyaran en el seguimiento y la realización de estudios más detallados para esta cuenca.
- La información histórica de la estación Boca de Uracillo en el río Indio debe ser revisada. En el periodo 1979-2001, operado y procesado por ETESA, los caudales

máximos (caudales correspondientes a niveles superiores a un (1) metro) están sobrestimados hasta 3 veces el valor real (159 %).

- El caudal promedio de la cuenca del río Indio estimado mediante el Balance Hídrico con SIG equivale a 33.18 m^3/s, asociado a una escorrentía superficial de 1,805 mm (Figura 4-12).
- La cuenca de río Indio tiene un rendimiento hídrico relativamente bueno caracterizado por su caudal específico de 57.24 $l/s/Km^2$.
- El caudal promedio estimado para la cuenca del río Indio hasta su desembocadura es de 34.77 m^3/s, para la subcuenca del río La Encantada de 4.31 m^3/s, para la subcuenca del río El Jobo de 2.89 m^3/s, para la subcuenca del río Uracillo de 9.12 m^3/s y para la subcuenca del río Teriá de 6.05 m^3/s.
- Existe una diferencia de 4.57% entre el caudal promedio estimado mediante la metodología de Balance Hídrico con SIG (33.18 m^3/s) y el caudal estimado mediante el traslado de caudal por correlación de área y precipitación (34.77 m^3/s), lo cual es un porcentaje aceptable en términos de comparación de metodologías hidrológicas distintas.
- El caudal promedio mínimo estimado para la cuenca del río Indio equivale a 2.39 m^3/s y se registra en el mes de marzo, durante la recesión de caudales de la estación seca. El caudal promedio máximo estimado se registra durante el mes de noviembre con un valor de 168.66 m^3/s.
- Los sitios de aforo en El Charcón en el río Indio y La Encantada en el río La Encantada no son apropiados para establecer estaciones hidrométricas ya que son afectados por los niveles de las mareas del Caribe. Esta condición afectó los resultados de los aforos realizados en octubre de 2017 en estos dos sitios.
- Las crecidas extraordinarias del río Indio han afectado primordialmente los tramos medio y bajo de su cuenca. De acuerdo a moradores de la comunidad de río Indio Los Chorros la crecida de noviembre de 2006 no afectó a la comunidad a pesar que el río se salió de su cauce.
- El análisis de vulnerabilidad elaborado con el Model Builder de ArcGIS logró generar la identificación de las zonas vulnerables por inundación para la Cuenca del río Indio en cuatro categorías: baja, media, alta y muy alta vulnerabilidad.
- Las zonas de mayor vulnerabilidad a las inundaciones provocadas por las crecidas de los ríos se identifica dentro del tramo bajo de la cuenca de 191 Km^2 (23.97 Km^2 de alta vulnerabilidad y 2.22 Km^2 de muy alta vulnerabilidad), luego el tramo medio 164 Km^2 (16.67 Km^2) y por último el tramo alto 191 Km^2 (10.67 Km^2).
- Las comunidades más vulnerables a las inundaciones provocadas por las crecidas de los ríos son aquella localizadas cercanas a los cauces de agua del río Indio y de los ríos principales de su cuenca, los ríos Teriá, Jobo, Uracillo y La Encantada. Esto se pudo demostrar en función de los resultados del modelo y con base en los hechos históricos registrados en las diferentes zonas de la Cuenca del río Indio.
- Las comunidades más vulnerables a las inundaciones provocadas por las crecidas de los ríos son aquella localizadas cercanas a los cauces de agua del río Indio y de los ríos principales de su cuenca, a saber, ríos Teriá, Jobo, Uracillo y La Encantada.
- Por lo general, debido a la geomorfología del área de los poblados La Encantada y Alcarreto, con eventos de inundaciones extraordinarias, el nivel de agua máximo tiende a ser superior en el poblado La Encantada que en el poblado Alcarreto, hecho

que fue corroborado por moradores de ambos poblados. El río Indio remansa las aguas del río La Encantada provocando que su nivel crezca considerablemente en la comunidad que lleva su nombre. Estos dos poblados se encuentran uno junto al otro pero afectados de manera diferente por los ríos La Encantada e Indio.

Calidad de aguas superficiales

- En el tramo alto los valores registrados tanto a nivel superficial como de fondo de coliformes fecales, no cumplen con los niveles de calidad para las aguas continentales para uso recreativo (Decreto Ejecutivo No.75), ya sea de bajo riesgo contacto directo y de riesgo medio sin contacto directo, por lo cual califican como aguas de alto riesgo según esta normativa. Estos valores para estación lluviosa son de esperar ya que toda la escorrentía durante y después de un evento de lluvia arrastra todo tipo desecho incluyendo las heces del ganado y animales silvestres.
- Para el tramo alto los valores registrados para pH se encuentran dentro de los rangos aceptables según norma de referencia el Decreto Ejecutivo No. 75, de igual forma el oxígeno y temperatura. Cabe destacar que los valores registrados de oxígeno disuelto en río Uracillo lo califican según esta norma como riesgo medio ya que los niveles de oxígeno se encuentran dentro del rango de 6-7 mg/l.
- En el tramo medio de los parámetros evaluados solo el de los coliformes fecales presenta concentraciones por encima de los valores norma de referencia.
- En el tramo bajo la mayoría de los parámetros evaluados en campo y en laboratorio cumplen con la normativa de referencia, a excepción de un parámetro que ha venido registrando altas concentraciones desde el tramo alto hasta el tramo bajo de la cuenca, siendo estos los coliformes fecales, lo cual puede asociarse a la explotación ganadera a través de toda la cuenca y al aporte que puedan dar las comunidades cercanas al río y en última instancia al aporte de la fauna nativa y por último a la estación climática en que se desarrolló el muestreo.
- Para el tramo bajo otro parámetro que aparece en incumplimiento y de manera puntual son los reportados en La Encantada (SW-2A y SW-2B) y río Jobo (SW-4A y SW-4B), los cuales exceden los criterios de bajo riesgo y riesgo medio de la norma de referencia que califican para el criterio de alto riesgo según esta normativa.
- A nivel general la mayoría de los parámetros evaluados tanto en campo *(pH, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto)* como en laboratorio *(coliformes fecales, turbiedad, DBO_5, fósforo, nitratos y metales)* cumplen con los valores permisibles establecidos por la normativa nacional (Decreto Ejecutivo No.75), el cual establece los niveles de calidad para las aguas continentales para uso recreativo a excepción de los coliformes fecales que mostraron para todos los tramos de la cuenca altas concentraciones, incumpliendo con la norma nacional utilizada como referencia, siendo clasificadas como aguas de alto riesgo según la normativa.

Corrientes, Mareas, Oleajes e Intrusión Marina:

- Las mareas del Caribe son de amplitud < 0.50 m, de tipo micromareal – mixta. Cerca de los cuartos de luna se dan desigualdades diurnas por el orden del 63%. Mientras, que en luna llena y nueva la marea es semidiurna.

- Las mareas de río Indio tienen un desfase de +4 minutos en marea alta y baja, y un factor de multiplicación de nivel de 0.20 en ambos estados, con respecto a la estación de referencia.
- En términos generales el cuerpo de agua en la superficie o nivel de los 5 m de profundidad en el mar adyacente está fuertemente influenciado por las corrientes sub-inerciales o contracorriente de Panamá. Patrón, que es más definido en las áreas más profundas, con velocidades moderadas sostenidas, que oscilan entre los 0.18 -0.21 m/s y con dirección hacia ENE - E. Mientras, que en áreas próximas a la desembocadura, se observa una ligera variabilidad direccional, posiblemente por el esfuerzo tangencial de la descarga del río, que empuja a la corriente de marea hacia el NE y NNE, así como a la marea con velocidades débiles de 0.04 m/s que se dirige hacia el ESE.
- Durante el estado de marea llenante o bajamar +2, las velocidades son moderadas por el orden de 0.17-0.19 m/s y se dirigen hacia el ENE, E, y ESE entre los 83°- y 102°. La corriente de marea es de velocidad débil por el orden de 0.04 m/s, hacia el ESE a los 118°.
- En la pleamar +4 o marea vaciante, se mantiene el mismo patrón de la corriente sub inercial con un ligero incremento entre 0.20-0.21 m/s con dirección sostenida hacia el ENE 86-87°.
- Las olas, que entran a la zona de estudio son tanto por vientos y corrientes locales como olas oceánicas de periodos más largos. Hay predominio del oleaje proveniente desde el NE (80%), con una componente importante de la dirección ENE 20%.
- Las alturas significantes de la ola promedio o frecuente tienen un rango de dispersión entre 0-0.75m y el mayor porcentaje de ocurrencia 77%, se ubica en un rango de 0.25-0.50 m.
- Predominan periodos bajos entre los 6-9 segundos y los mismos representan alrededor de un 35%, el 25% se ubica en un rango de 3-6.0 segundos, mientras que el restante 24% y 8% se ubican en rangos más amplios, 9.0 -12 y 15-18 segundos respectivamente.
- En la zona de desembocadura particularmente durante la marea baja, se observa un oleaje moderado, pero el mismo tiene su origen en el esfuerzo tangencial del flujo del río, el cual produce ondas internas con alturas de hasta 1.96 m.
- La temperatura superficial es cálida, oscila entre 26.6 a 30 °C y presenta una ligera estratificación desde la parte interna hacia el mar adyacente. Durante la marea baja se forma un domo térmico al oeste de la desembocadura.
- La salinidad oscila desde 0 – 28 (UPS) y su distribución al igual que los límites que componen los diferentes segmentos, son dinámicos y sus posiciones geográficas varían continuamente desde escalas temporales menores a un ciclo de marea.
    1. En estado de marea baja:
        a. La zona de río (ZR) se extiende desde la parte interna, geográficamente desde el Charcón hasta la desembocadura. El estuario se desarrolla afuera, dentro del mar adyacente.
        b. La cuña de agua salada se ubica próxima a la desembocadura, a unos 300 m de distancia y ocupa la capa entre 1 a 2 m de profundidad, con valores de salinidad que van desde 3 a 0 UPS, disminuyendo hacia el interior del río. La ZM se extiende hacia el mar adyacente.

c. El valor de referencia de salinidad 0.45 UPS y sólidos disueltos totales 500 mg/L, se ubica en dos profundidades y a diferentes distancias. La primera a 500 m distancia de la desembocadura hacia el sur entre 1 y 2 m de profundidad y la segunda se ubica en la depresión que se extiende aproximadamente 1 km desde la estación RI08-RI-09 a los 5 m de profundidad. El valor de referencia de los TDS es consistente con el valor de salinidad y ocupa la misma distancia y profundidad.

- En estado de marea alta:
  a. La ZR se contrae hacia la parte interna y la ZM se extiende hacia el río.

  b. La cuña de agua salada, ingresa hacia la parte interior, aproximadamente 1.500 m desde su desembocadura. La salinidad es mensurablemente diluida en su remonte hacia la parte interior del río, va disminuyendo gradualmente, desde los 10 a 0 UPS.

  c. Los valores de referencia experimentan un desplazamiento hacia el sur o interior del cauce del río, como una cuña salada en los estratos de 2 a 4 m, alcanzando una distancia máxima de 1.453 m, se contrae entre 500 y 800 m y se hunde a partir de los 4 - 5m de profundidad respectivamente.

- En general existe un sistema de circulación estuarina, ingreso y salida de la cuña salada con movimiento anti horario modulado por los ciclos de marea y los aportes fluviales. Por lo tanto, la ubicación de la cuña de sal en relación con la desembocadura del río depende de la fuerza relativa del flujo del río y de las corrientes de marea.
- En función a la estructura salina encontrada se clasifica como un Estuario de Cuña salada, de Clase A.

Calidad de aire

- La cuenca del río Indio se caracteriza por ser una zona rural, donde hay limitaciones para la presencia de fuentes capaces de generar alteraciones significativas en la calidad del aire. Se observa la presencia de fuentes móviles de emisiones gaseosas, que abarcan los vehículos que transitan la limitada red vial que conecta algunos de los centros poblados y el tránsito de embarcaciones que aprovechan los tramos navegables de los cursos de agua existentes.
- Los niveles de concentración de material particulado $PM_{2.5}$ y Monóxido de Carbono (CO), presentaron valores por debajo de los límites establecidos en las normas de referencia (anteproyecto de norma para Panamá y guías de la OMS).
- El material particulado PM_{10} reflejó niveles por debajo de los límites de las normas de referencia para la mayor parte de los puntos muestreados. Se exceptúa en este sentido a la comunidad de La Mesa cuyo resultado superó el valor establecido en las guías de calidad ambiental de la OMS y la comunidad de Boca de Río Indio cuyo resultado superó los valores establecidos tanto en la guía de la OMS como en el anteproyecto de norma para Panamá; aspecto que puede estar relacionado a condiciones particulares al momento de las mediciones para el caso de La Mesa y a

fuentes naturales como son las partículas arrastradas desde el sector litoral o aerosol marino para el caso de Boca de río Indio.

COMPONENTE BIOLÓGICO

Flora terrestre

En total se identificaron 757 especies, distribuidas en 234 familias. Las familias con el mayor número de especies fueron Fabaceae, Rubiaceae y Arecaceae con 38, 34 y 23 especies, respectivamente. En el tramo alto, se reportaron 84 familias y 285 especies; en el tramo medio, 63 familias y 175 especies; y en el tramo bajo, 87 familias y 297 especies.

- En el tramo alto, las familias con mayor número de especies fueron la Rubiaceae (24) y Fabaceae (18), mientras que, las especies con mayor número de individuos fueron *Dendropanax arboreus* (23) e *Inga* sp. (17).
- En el tramo medio, las familias con mayor número de especies fueron la Fabaceae (13 especies) y Malvaceae (11 especies), mientras que, las especies *Inga* sp. y *Dendropanax arboreus* presentaron el mayor número de individuos, 37 y 27 respectivamente. Además se encontraron especies introducidas: mango (*Mangifera indica*), café (*Coffea arabica*) y la especie invasora *Flemingia strobilifera.*
- En el tramo bajo, las familias con mayor número de especies fueron la Fabacea con 23 y la Rubiácea con 20, mientras que, las especies con mayor número de individuos fueron *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, con 33 y 21 respectivamente.
- En el área de la cuenca de río Indio, se reportaron dos especies endémicas. Además se reportaron nueve especies introducidas o exóticas.
- Se identificó que 14 especies presentan algún nivel de amenaza. De éstas, según las leyes panameñas de vida silvestre (Resolución N° DM-0657-2016), dos especies se reportan en peligro (EN) y 21 especies son consideradas vulnerables (VU). Adicionalmente, de acuerdo con la UICN (2017) se registran cuatro especies con preocupación menor (LC), una considerada vulnerable (VU), una en peligro (EN) y una en peligro crítico (CR).
- De las 757 especies identificadas en la cuenca de río Indio, solo 36 especies tienen valor comercial según la Resolución No. AG-0066-2007 del Ministerio de Ambiente y del portal en internet de los Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá del Centro de Ciencias Forestales del trópico (CTFS) del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI).

Fauna Terrestre

Herpetología:

- En la zona de estudio se registraron 74 especies de herpetofauna. Hubo 33 especies de anfibios y 39 especies de reptiles. La familia mejor representada entre los anfibios fue la Hylidae, con 10 especies, y entre los reptiles fue Colubridae con nueve especies.
- El esfuerzo de muestreo realizado hasta el momento no fue suficiente para obtener una buena estimación de los anfibios y reptiles de los diferentes tipos de hábitat y tramos de la cuenca de río Indio. La mayoría de las especies registradas ,

corresponden a especies de amplio ámbito hogareño y con pocas restricciones en cuanto a los hábitats donde viven

- Los resultados son el reflejo de zonas con gran intervención humana, lo que ha resultado en el cambio de los hábitats naturales, a usos de suelo que no contienen especies con características más restrictivas o con especialidades de hábitat. Se requiere más esfuerzo de campo para poder tener una mejor estimación de la situación de la herpetofauna en los diferentes tramos de la cuenca de río Indio.

Aves:

- La mayor riqueza de especies de aves se obtuvo en el tramo bajo de la cuenca. Esto puede deberse a la mayor diversidad de hábitats, tales como el manglar, que aunque reducido en extensión aportó algunas especies únicas para este tipo de ambiente.
- La mayor diversidad en el tramo bajo también quedó reflejado a nivel de otras categorías taxonómicos (géneros, familias, órdenes).
- La riqueza en el tramo alto fue moderada, pero integrada por algunas especies que sólo habitan en áreas montañosas por arriba de los 600 msnm.
- La riqueza más baja ocurrió en el tramo medio con 93 especies, lo que refleja el alto grado de perturbación que predomina en este sector de la cuenca.
- El tramo alto incluyó la mayor cantidad de especies bajo grados de amenaza (26 especies), seguido del tramo bajo con 20 y el tramo medio con sólo 14 especies bajo algún grado de amenaza.

Mamíferos:

- Las 51 especies totales de mamíferos obtenidas en este estudio, representan el 20% del total de especies de mamíferos reportados para Panamá (255 spp), esto puede considerarse de nivel medio ya que lo esperado en un hábitat boscoso relativamente continuo, debe estár entre las 100-150 especies de mamíferos.
- El tramo alto de la cuenca presenta una mayor diversidad de especies (45 sp.), en comparación con los otros tramos. Esta mayor diversidad puede deberse principalmente a que esta porción de la cuenca presenta la cobertura boscosa mejor conservada, lo que se traduce en una mayor diversidad de hábitats.
- El tramo alto de la cuenca presenta el mayor número de especies protegidas o amenazadas, , lo que indica que el tramo alto de la cuenca de río Indio es una zona clave para la conservación de estas especies de mamíferos.

Vectores transmisores de enfermedades

- En el tramo alto se obtuvo la mayor diversidad de insectos de importancia de interés médico-veterinario.
- Las vegetaciones que presentaron la mayor riqueza de especies en el tramo alto fueron el BTTB (38) especies, seguido del BTTB-PI (19) especies y el SP Menor 10% (2) especies.
- En el tramo medio se encontraron las principales especies de mosquitos capaces de transmitir enfermedades al hombre, las cuales han sido señaladas como vectores de la Encefalitis Equina Venezolana en su ciclo selvático o enzoótico.

Fauna y flora acuática

Flora:

- La riqueza de especies de macrófitas en toda la cuenca del río Indio es muy similar, no observándose diferencias significativas.
- Las características de las macrófitas acuáticas encontradas a lo largo de la cuenca del río Indio están relacionadas a ecosistemas loticos, por lo tanto, las especies que se encontraron tienen la característica de estar adheridas a un sustrato sólido (rocas o tierra), es decir que las especies de vida libre o flotante estarán ausentes.

Fauna:

- Los resultados registrados para los macro invertebrados indican un total de 398 individuos reportados para la cuenca de río Indio, donde el tramo medio parece ser el de mayor abundancia, reportándose 5 especies de camarones, siendo *Macrobrachium carcinus* la especie más representativa y *Macrobrachium heterochirus* la más escasa reportándose para 2 de los 3 tramos de la cuenca del río Indio.
- Se reportan algunos insectos que son considerados bio indicadores de la calidad de las aguas, lo que señala que en general el agua de la cuenca hidrográfica del río Indio se encuentra en buen estado.
- Al hacer el análisis por tramo de muestreo de las estaciones que registraron la mayor diversidad de especies de peces, el registro nos indica que la estación 9 localizada en el tramo medio presenta el mayor número de especies de peces, seguidas de las estaciones 8 también del tramo medio y las estaciones 12 y 13 del tramo alto cada una con 9 especies. La estación que presentó el menor número de especies fue la 6 del tramo bajo.

7.0 BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se presenta la bibliografía y otras fuentes de literatura por grupo de trabajo.

Relieve, Geología y Geomorfología

- Coates, A.G., Collins, L.S., Aubry, M.-P., and Berggren, W.A., 2004, the geology of the Darien, Panama, andthe late Miocene–Pliocene collision of the Panama arc with northwestern South America: Geological Society of America Bulletin, v. 116, no. 11–12, p. 1327–1344.
- De Boer, J.Z., Defant, M.J., Stewart, R.H., and Bellon, H., 1991, Evidence for active subduction below western Panama: Geology, v. 19, no. 6, p. 649–652.
- Escalante, G. & Astorga, A., 1994: Geología del este de Costa Rica y el Norte de Panamá.- Rev. Geol. Amér. Central. Vol. Especial Terremoto de Limón.
- Mann, P., and Corrigan, J., 1990, Model for late Neogene deformation in Panama: Geology, v. 18, no. 6, p. 558–562,
- Mann, P., and Kolarsky, R.A., 1995, East Panama deformed belt: Structure, age, and neotectonicsignificance, inMann, P., ed., Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America: Geological Society of America Special Paper 295, p. 111–130.
- Mapa geológico de Panamá a escala 1:250,000 preparado por la Dirección General de Recursos Minerales, año 1990,
- Mapa geomorfológico de Panamá (1988)
- Rio Indio Water Supply y Project Prepared for Autoridad del Canal de Panamá Division de Proyectos de Capacidad del Canal By G) MWH In association with TAMS Consultants, Inc. lngenieria Avanzada, S.A. Tecnilab, S.A. April 2003.
- Woodring, WP. 1982: Geology an paleontology of Canal Zone and adjoining parts of Panamá.

Suelos

- American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, 1987. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition).
- Bertrand, A. R. 1965. Rate of Water Intake in the Field. In Methods of Soil Analysis Part 1. American Society Agronomy. Monograph 9: 197-208.
- Blake, G. & Hartge, K. 1986. Bulk density. In A. Klute, Ed. Methods of Soil Analysis. Part I, Agronomy No. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 464–475.
- Bower, H. 1969. Infitration of Water into Non uniform Soil. Journal Irrigation and Drainage Divition. IR 4: 451-461.
- Catastro Rural de Tierras y Aguas de Panamá (CATAPAN). 1970.
- Davidson D. 1965. Penetrometer measurement. In Methods of Soil Analysis. Part 1. American Society Agronomy. Monograph 9: 473-484
- FAO. (26 de September de 2017). FAO. Obtenido de FAO Web Site: http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Land and Water Development Division.

- Guidelines for Soil Quality Assessment in Conservation Planning. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service
- Hans, R.J. and ASHCROFT G.L. 1976. Physical Properties of soil, Departtment of Soil Science and Biometeorology. Logan, UTAH.
- Hillel, D. 1998. Environmental Soil Physics. Academic Press, San Diego, CA, USA. 757 pp.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribuϴon. In: Klute, A., Campbell, G.S., Jacson, R.D., Mortland, M.M., Nielsen, D.R. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part I. ASA and SSSA, Madison, WI, USA, pp. 425–442.
- Kirham, D., and Powers, W., 1972. Advanced Soil Physiscs. Willey Interscience, New York.
- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. Revised Edition, U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Natural Resources Conservation Service Soils. United States Department of Agriculture. Washington, DC; US. 315 p.
- Taylor, S., and Ashcroft G. 1972. Physical Edaphology: The Physics of Irrigated and Nonirrigated Soils. W. H. Freeman and Co. Publishers. 533 pp.
- U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2005. National Soil Survey Handbook, title 430-VI. Soil Properties and Qualities (Part 618), Available Water Capacity (618.05).

Clima y Zonas de Vida

- ACP, 2017, Información meteorológica, Sección de Recursos Hídricos, División de Agua, Departamento de Ambiente, Agua y Energía.
- Baede, A.P.M.m 2015, Netherlands; editor, Annex I. Glossary: IPCC - Intergovernamental Panel on Climate Change, http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg1.pdf, consultado el 21 de septiembre de 2017.
- ETESA, http://www.hidromet.com.pa/estaciones_meteo.php, consultado el 21 de septiembre de 2017.
- Holdridge, L.R. (1967) *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica.
- Schimper, A.F.W. (1903) *Plant-geography upon a physiological basis*. English translation by W.R. Fisher. Clarendon Press, Oxford.

Hidrología

- ACP, Balance Hídrico Superficial de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá: Cuencas de río Indio, Coclé del Norte y Caño Sucio, Ing. Johnny Cuevas, 1 de abril de 2001.
- ACP, 2016, Anuario Hidrológico, https://micanaldepanama.com/nosotros/cuenca-hidrografica/anuario-hidrologico/, consultado el 21 de septiembre de 2017.
- ACP, http://micanaldepanama.com/nosotros/cuenca-hidrografica/informacion-hidrometeorologica-mensual/, consultado el 21 de septiembre de 2017.
- ACP: Autoridad del Canal de Panamá, 2006, La ACP colabora con asistencia a comunidades afectadas por inundaciones, El Faro del 8 al 21 de diciembre de 2006.

- ANAM, Autoridad Nacional del Ambiente, Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010, Gobierno Nacional de Panamá.
- ACP: Autoridad del Canal de Panamá, 2017, Informe hidrometeorológico de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá durante el paso del ciclón Otto, Consultado el 1 de diciembre de 2017: http://micanaldepanama.com/wpcontent/uploads/2017/08/Informe_Tormenta_Tropical_Otto_2017.pdf
- Centro de Investigaciones, Servicios y Tecnologías Ambientales Granma, Diseño Metodológico para la elaboración de Mapas de Peligrosidad por inundaciones, 2010.
- Dra. Irene de Bustamante, Fundamentos Básicos Complementarios, Diciembre del 2016.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulus L.H., Hidrología para ingenieros, 1977, Editorial McGraw-Hill Latinoamerica, S.A., Bogotá, Colombia, pp. 386.
- Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) a, https://water.usgs.gov/edu/streamflow2.html, consultado el 10 de septiembre de 2017.
- Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) b, https://pubs.usgs.gov/twri/twri3a8/html/pdf.html, consultado el 10 de septiembre de 2017.
- Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) c, https://water.usgs.gov/edu/streamflow2.html, consultado el 10 de septiembre de 2017.

Corrientes, Mareas, Oleajes e Intrusión Marina

- Araúz Diana 2016, Análisis de Mareas, Corrientes, Oleaje, Tramo Isla Carenero_ Red Frog, Bocas Del Toro- ITS Group. S.A.
- Bernal, G.; Poveda, G.; Roldán, P. y C. Andrade. (2006). Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana. Rev. Acad.Colomb. Cienc, 30(115): 195-208.
- Hidrodinámica de Lagunas costeras, Capítulo 1 Introducción, Conceptos Básicos y Clasificaciones. https://www.scribd.com/document/232053935/Lagunas-Costeras.
- Jardine 1977
- Kwiecinski, B. D' Croz L. 1994 Scientia- Panamá, vol. 2.
- Lizano, O. Ciencia y Tecnología, 24(1): 51-64. 2006 - ISSN: 0378-0524, Algunas Características de las mareas en la costa pacífica y caribe centroamericano.
- Luca R. Centurioni and Pearn P. Niiler, On the surface currents of the Caribbean Sea, Geophysical Research Letters, Vol. 30, NO. 6, 1279, doi:10.1029/2002GL016231, 2003.
- Metodología para el Reanálisis de series de oleaje para el Caribe Colombiano, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Facultad de Minas Medellín, Agosto de 2009.
- Mooers, C. N. K. & G. A. Maul 1998. Intra-American Sea Circulation. The Sea, Vol. 11, The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Syntheses, R. Robinson and K. H.Brink (eds.). John Wiley & Sons: New York, pp. 183-208.
- NOAA/NCEP (National Oceanic and Atmospheric Administration / National Centers for Environmental Predictions).
- Sujavey. V.1986 Mares del Mundo, en Ruso, Leningrado, Hidrometoizdat.

- Velez T. Carlos, 2002 Desarrollo de un módulo informático para el manejo de datos de oleaje visual para las agua Jurisdiccionales Colombianas. Boletín Científico CCP(2002, N° 9: 59.66.
- Boude, K.F. 1983 Physical Oceanography of Coastal Water, Ellis Horwood series Marine Science. Halsted Press. Great Britain.
- Prichard, G,L. & W. J. Emery, 1982. Descriptive Physical Oceanography, pergamon Pres. Great Britain.
- Fofonoff, P. and R. C. Millard Jr (1983) Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. UNESCO Tech. Pap. in Mar. Sci. 44, 53 pp.
- WXTide32 is based on the UNIX program XTide version 1.6.2 written by Dave Flater.

Páginas en la red:
https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_tides/welcome.html.

Calidad de Aire

- ANAM. Anteproyecto de Calidad de Aire.
- OMS. Valores de referencia.
- URS Holdings, Inc. 2017. Datos generados a través de HAZSCANER.
- USDA Soil Survey Staff (1993).

Flora y Fauna Terrestre:

Flora

- Alder, D. & T.J. Synnott. 1992. Permanent sample plot techniques for miwed tropical forest. Oxford Forestry Institute. Tropical Forestry Paper 25. 124 p.
- CITES. 2017. Apéndices I, II y III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. https://cites.org/esp/app/index.php, consultado 2 diciembre de 2017.
- Condit, R., Hubbell, S.P., Lafrankie, J.V., Sukumar, R., Manokaran, N., Foster, R.B. & Ashton, P.S. 1996. Species area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. Journal of Ecology 84: 549-562.
- Correa, M., C. Galdames & M. S. Stapf. 2004. Catálogo de Plantas Vasculares de Panamá. Bogotá: Editorial Novo Art, S.A. 601 p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.
- Ministerio de Ambiente. 2016. Resolución N° DM-0657-2016. Por la cual se establece el proceso para la elaboración y revisión periódica del listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá, y se dictan otras disposiciones. Gaceta Oficial 28187-A.
- Phillips O.L., Martinez, R.V., Vargas, P.N. 2003. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. Journal of Tropical Ecology, 19: 629-645.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. http://www.iucnredlist.org. Consultado el 2 Diciembre de 2017.

Herpetología

- Bauerle, B., D.L. Spencer & W. Wheeler. 1975. The use of snakes as a pollution indicator species. Copeia 1975(2):366-368.
- Blaustein, A. R. 1994. Chicken Little or Nero's Fiddle? a perspective on declining amphibian populations. Herpetologica 50:85-97.
- Blaustein, A. R., D.B. Wake & W.P. Sousa. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. Conservation Biology 8:60-71.
- Calderon-Mandujano, R.R., C. Galindo-Leal & J.R. Cedeño-Vázquez. 2008. Utilización de hábitat por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. Acta Zoo. Mexicana (n.s.) 24(1):95-114.00.
- Daly, J.W., Secunda, S.I., Garrafo, H.M., Spande, T.F., Wineski, A., Nishihara, C. & Cover, J.F. (1992). Variability in alkaloid profiles in meotropical poison dart frogs (Dendrobatidae): genetic versus environmental determinants. Toxicon 30: 887-898.
- DeMaynadier, P. G. & M. L. Hunter. 1998. Effects of silvicultural edges on the distribution and abundance of amphibians in Maine. Conservation Biology 12:340-352.
- Dupuis, L.A., J.N. Smith, & F. Bunnell. 1995. Relation of terrestrial-breeding amphibian abundance to tree-stand age. Conservation Biology 9:645-653.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Jaramillo, C.A., L.D. Wilson, R. Ibáñez, and F. Jaramillo. 2010. The herpetofauna of Panama: Distribution and conservation status. pp. 604-671. In Wilson, L.D., J.H. Townsend & J.D. Johnson (eds.),. Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles. Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing.
- Köhler, G. (2011). Amphibians of Central America. Offenbach: Herpeton. 379 p.
- Köhler, G. 2008. Reptiles of Central America. 2nd ed. Herpeton, Offenbach, Germany. 400 p.
- Lieberman, S.S. 1986. Ecology of the leaf litter herpetofauna of a Neotropical rain forest: La Selva, Costa Rica. Acta Zool. Mex. (ns) 15: 1-71.
- Pierce, B. A., and K. J. Gutzwiller. 2004. Auditory sampling of frogs: Detection efficiency in relation to survey duration. Journal of Herpetology 38:495-500.
- Savage, J.M. 1966. The origins and history of the Central American Herpetofauna. Copeia 1966(4): 719-766.
- Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersals or vicariance?. Ann. Missouri. Bot. Gard. 69: 464-547.
- Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica. A herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago Press. 934 p.
- Savage, J.M. & T.A. Gavin. 2001. Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. Conservation Biology 15:1079-1090.
- Tuberville, T.D., J.D. Willson, M.E. Dorcas & J.W. Gibbons. 2005. Herpetofaunal species richness of southeastern national parks. Southeastern Naturalist 4:537-569.
- Vitt, L.J., J.P. Caldwell, H.M. Wilbur, and D.C. Smith. 1990. Amphibians as harbingers of decay. BioScience 40:418.
- Wake, D. B. 1991. Declining amphibian populations. Science 253:860

- Wilson, L.D. & J.D. Johnson. 2010. Distributional patterns of the herpetofauna of Mesoamerica, a biodiversity hotspot. Pp. 31–235. In Wilson, L.D., J.H. Townsend & J.D. Johnson (eds.). Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles. Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing.

Aves

- Angehr, G.R., D. Engleman & L. Engleman. 2008. A bird-finding guide to Panama. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. NY, USA. 391 pp.
- Angehr, G.R. & R. Dean. 2010. The birds of Panama: a field guide. A Zona Tropical Publication, from Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. 456 pp.
- Brower, J., J. Zar & C. Von Ende. 1998. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WCB/McGraw Hill. Dubuque, Iowa. 273 pp.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 1998. Lista de las especies CITES. Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europea & Joint Nature Conservation Commitee. Ginebra, Suiza. 312 pp.
- Colwell, R.K. 2016. Estimates: statistical estimation of species richnes and shared species from samples. Version 9.1.0, user guide and application. Htttp:/viceroy.eeb.uconn.edu7estimates. University of Conneticticut, Storrs, C.F.
- Garcés, P. & G. Angehr. 2006- Estudio de la diversidad, similitud y dominancia de aves en 10 sitios de la Región Occidental, Provincia de Coclé mediante la captura de redes. Tecnociencia 8: 129-147.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 pp.
- Ponce, Ernesto & Giselle Muschett. 2006. Guía de Campo Ilustrada de las Aves de Panamá. Ediciones Balboa S.A. Ediciones San Marcos S.L. Madrid. Reservados todos los derechos. 550 pp.
- Puerta-Piñero, C., R.E. Gullison & R.S. Condit. 2014. Metodologías para el sistema de monitoreo de la diversidad biológica de Panamá (versión en español). DOI http://dx.doi.org/10.5479/si.ctfs.0001.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. DeSante & B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station, Albany, CA. 44 pp.
- Ridgely, R.S. & J.A. Gwynne. 1993. Guía de las Aves de Panamá, incluyendo Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Primera edición en español. Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON). Bogotá, Colombia. 614 pp.
- Villarreal, H. M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbold. Bogotá, Colombia. 236 pp.

Páginas en la red:
http://www.iucnredlist.org/details

Mamíferos

- ACP (Autoridad del Canal de Panamá). 2003. Recopilación y presentación de datos ambientales y culturales de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. Informe Final. Preparado para la Autoridad del Canal de Panamá por el Consorcio The Louis Berger Group – Smithsonian Tropical Research Institute – Universidad de Panamá. Panamá.
- Bonaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. Bull. Florida State Mus., Biol. Sci., 24:359-408.
- Carrillo, E., G. Wong & A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal population in Costa Rica protected areas under different hunting restrictions. Conservation Biology 14(6): 1580-1591.
- Cullen, L., R. Bodmer & C. Valladares-Padua. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic Forest patches, Sao Paulo, Brazil. Oryx 35(2): 137-144.
- Jaramillo CA, Wilson LD, Ibáñez R y Jaramillo F. 2010. The herpetofauna of Panama: Distribution and conservation status. Páginas 604-673. En L. D. Wilson, J. H. Townsend y J. D. Johnson (editors). Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publishing Company, Eagle Mountain, Utah, USA.
- Kalko, E. K. V. & C. O. Handley, Jr. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. Plant Ecology 153: 319-333.
- Kunz, T.H. (Ed.). 1988. Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Peres, C. A. 2000. Evaluating the impact and sustainability of subsistence hunting at multiple Amazonian forest sites. Páginas 31-56 en J.G. Robinson y E.L. Bennett, (eds.), Hunting for Sustainability in Tropical Forests Columbia University Press, USA.
- Samudio, Jr. R. 2002. Mamíferos de Panamá. Páginas 415-451, en G Ceballos y J. Simonetti (editores). Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM, México.
- Wilson, D. E., F. Russell Cole, J. D. Nichols. R. Rudran & M. Foster. 1996. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Woodman, N., N. A. Slade, R. M. Timm & C. A. Schmidt. 1995. Mammalian community structure in lowland tropical Peru as determined by removal trapping. Zool. J. Linn. Soc. 113:1-20.

Vectores Transmisores de Enfermedades

- Aguilar, F. J. 1963. Enfermedad de Robles. Helmintología. Universidad de San Carlos de Guatemala. 7-135.
- Azevedo, A.C., N.A. Souza, C.R. V. Meneses, W.A. Costa, S.M Costa, J.B. Lima & E.F. Rangel. 2002. Ecology of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the north of the State of MatoGrosso, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 459–464.
- Cambra, R.T. 2006. Tabanidae (Diptera) del Parque Nacional Darién, y su diversidad en la República de Panamá. Scientia (Panamá), 19: 113-126.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302–1309.
- Chaniotis, B.N.; J.M. Neely, M.A. Correa, R.B. Tesh & K.M. Johnson. 1971. Natural

population dynamics of Phlebotomine sandflies in Panama. J. Med. Ent. 8: 339-352.
- Chaniotis, B. N., R. B. Tesh, M. A. Correa & K. M. Johnson. 1972. Diurnal resting sites of phlebotominae sandflies in a panamanian Tropical Forest. J. Med. Ent. 9: 91-98.
- Chaniotis, B. N., M. A. Correa, R. B. Tesh & K. M. Johnson. 1974. Horizontal and vertical movements of Phlebotomine sandflies in a Panamanian rain forest. J. Med. Ent. 11: 369- 375.
- Christensen, H. A. & A. Herrer. 1980. Panamanian *Lutzomyia* (Diptera:Psychodidae) host attraction profiles. J. Med. Ent. 17: 522-528.
- FOIL 1989. Tabanids as vector of disease agent. Parasitol Today 5(3): 88-96.
- Fairchild, G.B. 1986. The Tabanidae of Panama. Contributions of the American Entomological Institute, 22: 1-139.
- Foote, R.H & Pratt HD. 1954. The *Culicoides* of the eastern United States (Diptera, Heleidae). Public Health Monograph No. 18. Publication No. 296. U. S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service. 53 p
- Holbrook, F.R. 1996. Biting midges and the agents they transmit. *In* Beaty BJ, Marquardt WC (Eds), The Biology of Disease Vectors. University Press of Colorado, Niwot, CO.110-116.Johnson, C. M. 1943. American Trypanosomiasis. Med. Clin. North. Am. 22: 822-834.
- Navarro, J. C., J. Liria J, H. Piñango & R. Barrera. 2007. Biogeographic area relationships in Venezuela: A parsimony analysis of Culicidae. Phytotelmata distribution in National Parks. Zootaxa. 1547: 1-19
- Mullen, G. 2002.Biting midges (Ceratopogonidae). *In* Mullen G, Durden L (Eds).. Medical and Veterinary Entomology. Elsevier Science, San Diego, CA. 163-183.
- Oscherov E., Bar M., Pieri-Damborsky. & G Avalos. 2007. Culicidae (Diptera) de la Reserva Provincial Ibera, Corrientes, Argentina. Bol. Mal. Salud Amb. 47: 221-229.
- Petersen, J.L. & E. Méndez. 1983. Perfil Médico y Veterinario de los Simúlidos en Panamá. Revista Médica de Panamá 8:212-221.
- Rutledge, L. C. & D. A. Ellenwood. 1975a. Production of phlebotominae sandflies on the open forest floor in Panama. The species complement. Environ. Entomol. 4: 71-77.
- Sousa, O. E. & E. Méndez, 1979. Identificación y distribución de los triatominos de Panamá (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). Revista Médica de Panamá. 44: 258-280.
- Sheil, D. & Burslem, D. F. 2003.Disturbing hypotheses in tropical forests. Trends Ecol. Evol. 18: 18–26).
- Tamasaukas, R. 1991. Epidemiological diagnosis of bovine tripanosomiasis in farm of Guárico State, Venezuela. In: International Seminar on Non-Tse-Tse transmitted Animal Trypanosomose. (14-16, 1992). Annecy, Francia.
- Valderrama, A., M. García Tavares & J.D. Andrade Filho. 2011. Anthropogenic influence on the distribution, abundance and diversity of sand fly species (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), vectors of Cutaneous Leishmaniasis in Panama. Mem Inst Oswaldo Cruz, 106:1024–1031.
- Walder, R, O. M. Suáres, C.H. Calisher. 1984. Arbovirus studies in Gajira región of Venezuela: activites eastern equina encefalitis and Venezuelan equine encephalitis viruses during interpizzotic period. Am J.Trop. Hyg. 33: 669- 707.

- Whitlaw, J. T. & B. N. Chaniotis. 1978. Palm trees and Chagas disease in Panama. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 27: 873-881.

Flora y Fauna Acuática

Macrofitas

- Correa, A., Mireya, D., Galdames, C., & De Stapf, M. S. (2004). Catálogo de las plantas vasculares de Panamá. ANAM.
- Crow, G. E. (2002). Plantas acuáticas del Parque Nacional Palo Verde y el valle del río Tempisque, Costa Rica= Aquatic plants of Palo Verde National Park and the Tempisque River Valley (No. 581.92 C953p). Heredia, CR: INBio.
- Gargiullo, M. (2008). A field guide to plants of Costa Rica. Oxford University Press.
- Hammel, B. E., Grayum, M. H., Herrera, C., & Zamora, N. (2003). Manual of Plants of Costa Rica, Volume III: Monocotyledons (Orchidaceae-Zingiberaceae). Missouri Botanical Garden Press.
- Hammel, B. E., M. H. Grayum, C. Herrera Mora & N. Zamora Villalobos. (eds.) 2007. Manual de Plantas de Costa Rica. Volumen VI. Dicotiledóneas (Haloragaceae - Phytolaccaceae). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 111: i–xvi, 1–933.
- Hammel, B. E., M. H. Grayum, C. Herrera Mora & N. Zamora Villalobos. (eds.) 2010. Manual de Plantas de Costa Rica. Volumen V. Dicotiledóneas (Clusiaceae-Gunneraceae). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 119: i–xviii, 1–970.
- Ibáñez, A. (2011). Guía botánica del Parque Nacional Coiba. International Cooperative Biodiversity Groups: Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicals: Secretaría Nacional de C.
- Mendoza, R.E. & Gonzales, J.E. 1991. Plantas Acuáticas de Panamá. Editorial Universitaria, ed. Ciencias Naturales. 1-227.

Páginas en la red:

- http://www.tropicos.org/RankBrowser.aspx?letter=1&ranklevel=family&projectid=4 (Flora de Panamá, última revisión 31 de agosto de 2017).
- http://www.tropicos.org/RankBrowser.aspx?letter=1&ranklevel=family&projectid=3&langid=66 (Flora mesoamericana, última revisión 31 de agosto de 2017).
- http://www.tropicos.org/RankBrowser.aspx?letter=1&ranklevel=family&projectid=7 (Flora de Nicaragua, última revisión 31 de agosto de 2017).
- http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?projectid=66&langid=66 (Manual de Plantas de Costa Rica, última revisión 31 de agosto de 2017).

Macro-Invertebrados

- Boon, P. J. & D.L. Howell. (Eds). 1997. Freshwater quality: Defining the indefinable? The Natural Heritage of Scotland Series. Edinburgh. 552 pp.
- Chapman, D. 1996. Water Quality Assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall. 626 pp.
- Flowers, R W; De La Rosa, C. 2015. Ephemeroptera. **Rev. Bio. Trop.** 58(4): 63-93. ISSN 2215-2075. Available at: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20083/20285>.
- Gutierréz-Fonseca, P. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxónomico de los insectos acuáticos del orden Coleoptera en el Salvador. Proyecto financiado por el fondo FEMCIDI (OEA). Ciudad del Salvador. 59p. ISBN 978-99923-27-51-7
- Gutiérrez-Fonseca, Pablo E. Plecoptera. **2015.** Rev. Bio. Trop. 58(4): 139-148. ISSN 2215-2075. Available at: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20085/20287>.
- Padilla, G. 2016. Las chinches semi-acuáticas de la reserva natural Río Ñambí (Nariño), Colombia. Acta. Biol. Colomb. 21(1): 201-206. Doi: http://dx.doi.org/10.15446/abcv21n1.50001
- Prat, N.; Acosta, R.; Villamarin, C. & Rieradevall, M. 2012. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios. Versión 4. Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona, España. 41p.
- Pereira, D. L; De Melo, A. L & N. Hamada. 2007. Keys to Families and Genera of Gerromorpha and Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) in the Central Amazonia, Brazil. Neotropical Entomology 36(1): 210-228
- Pinho, L. C. 2008. Diptera. In: Guia on line: IdentifiÇão de larvas de insetos aquaticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C. G. (org.). Disponivel em: http://sites.ffcirp.usp.br/aguadoce/guiaonline.
- Ramírez, A. 2015. Odonata**.** Rev. Bio. Trop**.** 58 (4): 97-136. ISSN 2215-2075. Available at: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20084/20286>.
- Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Rev. Bio. Trop**.** 54 (1): 273-286. ISSN 0034-7744.
- OSCOZ, J.; CAMPOS, F. & ESCALA, M.C., 2006.- Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicosben relación con la calidad de las aguas. Limnetica, 25 (3): 683-692.

Ictiofauna

- ACP (Autoridad del Canal de Panamá). 2003 a, b, c. Recopilación y presentación de datos ambientales y culturales en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. Consorcio Louis Berger/ Universidad de Panamá/ Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian (STRI). Disponible en: http://www.pancanal.com/esp/cuenca/rocc/index.html
- Bussing W. A. 2002 peces de las aguas continentales de Costa Rica. 2d edición. San José Costa Rica. Editorial de la universidad de Costa Rica. 468pp.
- Berminghan, E; V. Aswani; A. Castillo; R. González. 2001. Peces de agua dulce de Panamá. En Panamá Puente del Biológico. Smithsonian. 32- 39 p.

- CEPSA (Consultores Ecológicos Panameños S.A.). 2007. Estudio de Impacto Ambiental Categoría III. Proyecto Minero Molejón. Petaquilla Gold S.A. 370 pp.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).2017Lista de las especies CITES. Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europea & Joint Nature Conservation Commitee. Ginebra, Suiza. 312 pp.
- Garces B., H.A**.** 2000. Evaluación Ecológica Rápida del Parque Nacional Omar Torrijos Herrera y su Zona de Amortiguamiento. Componente de Ictiología. Informe Final. CEPSA para ANAM. Panamá. 45 p + Anexo.
- _____. 2001. Inventario preliminar de la ictiología y los macroinvertebrados encontrados en el área del río Vaquilla, Provincia de Coclé. Informe Final. Gira Evaluadora Ambiental a la Comunidad de Vaquilla. Instituto de Ciencias Ambientales y Biodiversidad (ICAB), Universidad de Panamá. Panamá. 26 p.
- _____. 2006a. Estudio de Impacto Ambiental Categoría II del Proyecto La Pintada Estates Inc., Llano Grande, Distrito de la Pintada, Provincia de Coclé. Componente de Fauna Acuática. Informe Final. CEPSA para La Pintada Estates Inc. Panamá. 28 p.
- Garcés B., H.A. & García, J. 2001. Composición y Abundancia de Peces y Macroinvertebrados Acuáticos del Río Vaquilla, Provincia de Coclé. En: UP-VIP. Libro de Programa - Ponencias. XX Congreso Científico Nacional, Universidad de Panamá. Panamá. 232 p.
- García, J**.** 2001. Influencia del río Tavidal en la distribución de las especies de peces sobre la parte alta y baja del río Chiguirí, Provincia de Coclé, Panamá. Informe de Proyecto de Investigación. VIII Curso Internacional sobre Diseño y Análisis de Proyectos para el Manejo de la Diversidad Biológica. ICAB, Universidad de Panamá. Panamá. 4 p.
- García, J**.** 2007. Rapid Terrestrial and Aquatic Ecological Evaluation for the Petaquilla Mining Project. CODESA 35pp (por publicar).
- García J. A. Forero M. 2011. Seguimiento Biológico. Fauna acuática y evaluación socioeconómica de la pesca en el punto medio bajo de la quebrada Bonyic y bajo de los ríos Teribe y Changuinola para el proyecto hidroeléctrico de Bonyic. Documento de avance pp.150.
- Goodyear, R.H**.** 1978. Comparación de la fauna de peces en dos ríos del área de Coclesito. Revista ConCiencia 5 (2-3):1-4.
- Hildebrand, S.F. 1938. A New Catalogue of the Freshwater Fishes of Panama. Publ. Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 22:217-359.
- Hildebrand, S. F.,1938. A new catalogue of the fresh water fishes of Panama. Zool. Ser., Field Mus. Nat: Hist: 22(4): 215 - 359.
- Miller, R.R. 1976. Geographical distribution of central american freshwater fishes, with addendum. Pp. 125-156 EN: T:B:Thorson (ed.), Investigations of the Icthyofauna of Nicaraguan Lakes, Univ. Nebraska, Lincoln, 663 p.
- Smith, Scott A. & Eldredge Bermingham. 2005. The biogeographic of lower Mesoamerican freshwater fishes. Journal Biogeographic 32: 1835-1854.
- Valdespino et al. (1996) Valdespino, I.A., D. Santamaría, E. Ijjász, E. Ebersole, R. Warner & L. Solórzano-Vincent (editores.). Rapid Terrestrial and Aquatic Ecological Evaluation for the Petaquilla Mining Project. ICF Kaiser-Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON).

8.0 ANEXOS

- Anexo Documental
- Anexo Fotográfico
- Mapas