



PROYECTO “DEMOSTRANDO EL MANEJO
SOSTENIBLE DE TIERRAS EN LAS CUENCAS
ALTAS DE LA PRESA DE SABANA YEGUA”
(SEMARN-SUR FUTURO-PNUD-GEF)



**“CARACTERIZACION BIOFISICA ACTUALIZADA
DE LAS CUENCAS ALTAS DE LA PRESA DE SABANA YEGUA”**

BORRADOR DEL INFORME FINAL

Elaborador por:

 **PROYECTA, C X A**
Proyectos y Consultorias Agropecuarias y Ambientales

Julio, 2007.

Equipo de especialistas de la firma Proyectos y Consultorias Agropecuarias y Ambientales (PROYECTA C x A) participantes en el estudio

Ángel Felipe Vicioso	:	Coordinación general y Levantamiento de suelos
José Alarcón Mella	:	Dirección Técnica
Orlando Ramírez	:	Climatología e Hidrología
Rafael Veloz	:	Geología, Geomorfología y Estudios de erosión
Raúl Méndez	:	Levantamiento de suelos
Franklin Reynoso	:	Uso de la Tierra, Aspectos forestales y Situación cafetalera
Máximo Aquino	:	Áreas Protegidas y Biodiversidad
Carlos Jiménez Briceño	:	Geomática

I. INTRODUCCION

El documento que se presenta a continuación constituye el informe de avance del estudio “Caracterización biofísica actualizada de las cuencas de la presa de Sabana Yegua”, conforme a lo establecido por los términos de referencia (TdR) que sirven de base a la propuesta presentada para la realización del mismo.

Incluye los resultados de las primeras fases del estudio. Las actividades comprenden: la recolección y análisis de las informaciones y documentos de estudios antecedentes; la organización del equipo de trabajo; el levantamiento de la línea base casi en su totalidad y la celebración de tres (3) talleres con líderes comunitarios de las subcuencas que constituyen la cuenca de la presa.

Las informaciones secundarias obtenidas han sido validadas en campo, tomando como referencia algunas áreas piloto, principalmente las ubicadas en zonas de interés para el proyecto, como lo establecen los TdRs. Estos documentos son citados en la Bibliografía del presente informe.

Como parte de la organización del equipo de trabajo se llevaron a cabo varias reuniones preparatorias para las siguientes etapas del estudio; la preparación del material cartográfico base, como parte del componente de Geomática, y la asignación de responsabilidades específicas. Además de reuniones con miembros del equipo técnico de Sur Futuro.

En relación al levantamiento de la línea base, se estima en 80 % la ejecución del trabajo de campo en los principales componentes del estudio. Restando a la fecha de este informe avanzar los estudios de suelos, fundamente en lo referente a la recepción de resultados de análisis de laboratorio en muestras de suelos, la clasificación y establecimiento de los límites definitivos entre unidades de suelos; biodiversidad, dinámica de la erosión, y la aplicación complementaria del sistema de información geográfico (SIG) para la elaboración de los mapas temáticos finales.

En cuanto a la realización de talleres, se completaron exitosamente como fueron planificados. Celebrando encuentros con involucrados de las comunidades de Gajo de Monte, Guayabal y Arroyo Cano, en los cuales se levantaron valiosas informaciones, mediante la modalidad de aplicación de encuestas no estructuradas y conversaciones directas con informantes claves.

Debido al reducido horizonte del estudio (90 días) este informe tiene un carácter de versión preliminar del documento final en algunos de sus componentes. En otros donde se requiere levantar un mayor número de informaciones de campo representa un informe de progreso, que debe ser mejorado o ampliado en la medida en que se complete la información faltante, se proceda a su análisis e integración al proceso de elaboración del documento final y se recojan las opiniones del personal técnico de Sur Futuro, luego de analizar este informe de progreso.

Antecedentes

Las cuencas altas que aportan agua a la Presa de Sabana Yegua han recibido poca atención en comparación con la cuenca baja en el último tramo del siglo pasado, no así a partir de los años 2000.

En la cuenca baja del Río Yaque del Sur se recuerdan los estudios realizados por las firmas SOGRAH e ITALCONSULT a principios de la década del 70 y varios esfuerzos del INDRHI con el Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, elaborado a mediados de esa década. Todos estos estudios con la finalidad de analizar el potencial y limitantes del manejo bajo riego de las tierras del curso bajo de esa importante corriente fluvial.

Con la puesta en operación de la Presa de Sabana Yegua a fines de esa misma década aumento el interés en la protección de la cuenca alta. Con esa finalidad el propio INDRHI inicio trabajos de conservación de suelos en Las Lagunas, subcuenca del Río Las Cuevas, con el apoyo de la Misión Técnica de Taiwán, que luego fueron continuados por la entonces Subsecretaria de Recursos Naturales de la Secretaria de Estado de Agricultura hasta mediados de los 80, en el marco del proyecto Manejo de Recursos Naturales (MARENA).

Este proyecto extendió su área de influencia hacia la subcuenca Las Cuevas financiando los estudios de suelos en la misma y SURENA hizo lo propio en la subcuenca del Río Grande, en los años 1988 y 89, respectivamente. Aunque estos estudios y los diagnósticos resultantes no fueron llevados a la practica de forma sistemática, sino con acciones aisladas, en muchas ocasiones impulsadas por ONGs.

Estos esfuerzos continuaron a principios de los 90, destacándose mas tarde los trabajo de protección realizados por el Plan Quisqueya Verde en las tres subcuencas, focalizados en la reforestación. Plan que pasaría a un bajo perfil a partir del año 2000, a pesar de la percepción generalizada sobre la importancia estratégica de las cuencas aportantes a la presa, su alto nivel de deterioro y el volumen de sedimentos que llegan al embalse de la misma, de acuerdo a los estudios batimétricos realizados por el INDRHI y refrendados mediante modelos de simulación corridos por el consultor español Ignacio Fadon.

Es a partir de la presente década del año 2000 cuando se retoman los estudios y acciones en las cuencas altas aportantes a la presa, con el Plan Maestro elaborado por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) y trabajos subsiguientes que abarcan al área de riego en la parte baja, resultados que han sido asumidos por la Fundación Sur Futuro. Esta ONG concentra sus esfuerzos en las cuencas altas, con acciones y estudios complementarios con un enfoque sistémico, que importantiza la participación comunitaria y tiene objetivos a mediano y largo plazo, siguiendo lineamientos internacionalmente aprobados.

II. METODOLOGIA

Hidrometeorología

El objetivo del estudio hidroclimático es la identificación, caracterización y cuantificación de los volúmenes hídricos relacionados con las variables climáticas en la zona de estudio. El planteamiento del estudio es eminentemente práctico, de forma que los resultados obtenidos sean aplicables al modelo de funcionamiento hidrogeológico de la zona y, por tanto, al correspondiente balance hídrico.

Por lo tanto, para el balance hídrico, se están realizando las siguientes actividades:

- a. Selección de las estaciones pluviométricas y termométricas de la zona.
- b. Análisis de los datos pluviométricos, considerando años tipo.
- c. Análisis de los datos termométricos.
- d. Cálculo de la evapotranspiración potencial, por el método de Hargreaves.
- e. Balance hídrico general.

Precipitación

El análisis de la precipitación consiste en convertir la precipitación puntual en área, por el método de las isoyetas, considerando años tipo (seco, medio y húmedo) de cada estación meteorológica, ajustando las series de valores de precipitación total anual registrados a una distribución de Goodrich.

Aquellos años con un valor de pluviometría anual menor que el correspondiente a la probabilidad de 0.35 son considerados secos, y aquellos con una pluviometría mayor que la correspondiente a la probabilidad de 0.65 se consideran húmedos. Los valores medios mensuales (con toda la serie) conforman el año tipo medio.

También, a partir de la precipitación puntual registrada históricamente se calcula la precipitación confiable al 50% de probabilidad de ocurrencia para utilizarla en el balance hídrico general.

Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial (Etp) se calculará utilizando el método de Hargreaves que, comparándolo con otros métodos, se considera apropiado para zonas tropicales. Con este método se obtiene el valor de la Etp mensual a partir de la temperatura media mensual, la media mensual de las temperaturas máximas diarias y de las mínimas diarias, y la radiación solar extraterrestre.

Con la evapotranspiración calculada y la precipitación confiable para una probabilidad especificada se procede a realizar el balance hídrico general.

Balance hídrico general

El balance hídrico general se basa en la relación de la precipitación confiable con la evapotranspiración potencial, para determinar el comportamiento del clima en cuanto a disponibilidad o falta del recurso agua en la zona de estudio. Así, se pueden presentar tres situaciones a saber:

- a. Que durante el período de análisis, por ejemplo un mes, la precipitación confiable sea *igual* a la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua satisface la demanda potencial. Hay una condición de equilibrio o balance hídrico.
- b. Que la precipitación confiable sea *mayor* que la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua en el período es mayor que la demanda potencial. Es decir, hay exceso de agua.
- c. Que la precipitación confiable sea *menor* que la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua es menor que la demanda potencial, por lo que se presenta un déficit de agua.

En principio, para el Análisis del balance hídrico general se están procesando los datos climáticos de una serie de histórica de 21 años de observación registrados en la Estación Climatológica no. 0559, Padre Las Casas, de ONAMET, situada a una altitud de 510 msnm, en la latitud norte 18° 44' 00" y longitud oeste 70° 56' 00", respectivamente.

Análisis cartográfico de riesgo a torrentes.

El ejercicio cartográfico analiza la cuenca a través de un "estudio seco" que identifica la mayor o menor tendencia de torrentes a partir de las siguientes variables:

Líneas de isoerosividad.¹ Las que permiten medir el arrastre potencial de suelos por el impacto de la lluvia. Tiene en cuenta la cobertura del suelo, la pendiente y el balance hídrico de suelos.

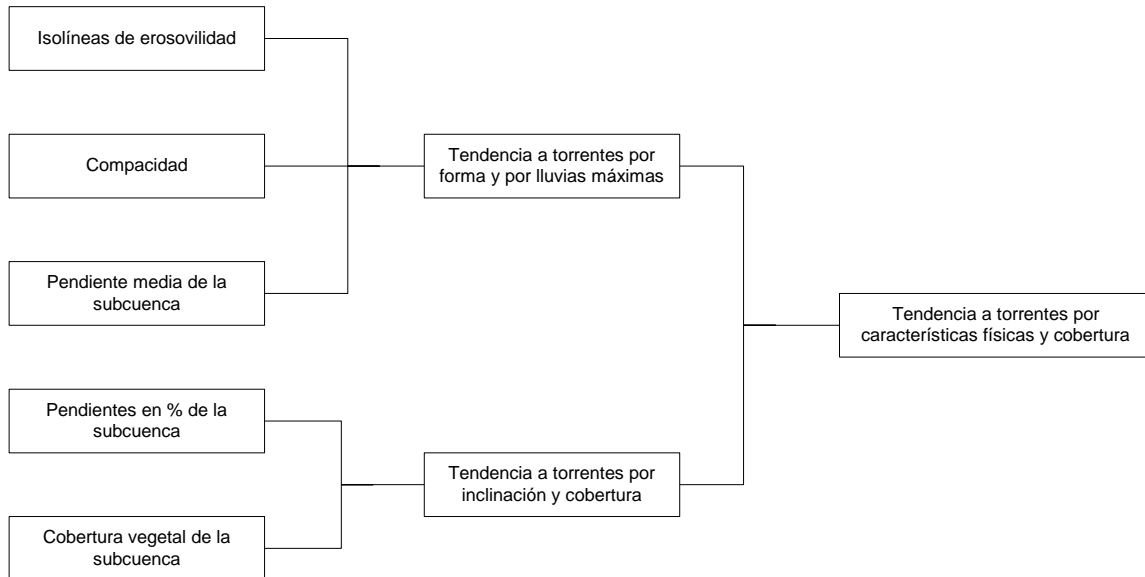
Análisis de Compacidad. Que establece el mayor o menor probabilidad de ocurrencia de avenidas de acuerdo con el factor de forma de la cuenca, medido como la relación de la longitud del cause con el perímetro.

Pendiente del terreno. Describe la inclinación de la superficie del terreno que condiciona la velocidad de desplazamiento de la escorrentía.

Cobertura vegetal. Si se cuenta con información reciente, contribuye a tener mayor certeza en el nivel de riesgo a que sucedan caudales torrenciales.

¹ Se cuenta con un estudio realizado en 1982, Aunque el régimen pluviométrico haya tenido variaciones, es aplicable porque incluye variables como las lluvias máximas, la pendiente y las propiedades hidrodinámicas de los suelos.

Esta información digital a nivel de subcuencas se cruza para generar un mapa de las subcuencas estudiadas, que identifica aquellas donde se deben profundizar los estudios y que corresponden probablemente a las mayores aportantes de sedimentos. En el Gráfico se presenta el modelo general.



Del análisis anterior se obtiene un mapa de categorías de tendencia a tormentas:

1. Muy bajo: zonas planas con buena cobertura vegetal con pocas probabilidades de generar tormentas. Son por lo general las receptoras de los caudales torrenciales y de la carga de sedimentos.
2. Bajo: zonas con alguna cobertura boscosa, planas y pertenecientes a cuencas con compacidad con baja tendencia a tormentas.
3. Medio: zonas con pendiente entre 13 y 25% sin cobertura boscosa pertenecientes a cuencas de compacidad media con tendencia media a caudales torrenciales.
4. Alto: zonas sin cobertura boscosa con pendientes entre 26 y 55% pertenecientes a subcuencas con compacidad severa (valores bajos) y expuesta a lluvias erosivas.
5. Muy alto: zonas sin cobertura boscosa con pendientes entre 50 y 75% pertenecientes a subcuencas con compacidad severa (valores bajos) y expuesta a lluvias erosivas
6. Extremadamente alto: zonas sin cobertura boscosa con pendientes entre mayor de 75% pertenecientes a subcuencas con compacidad severa (valores bajos) y expuesta a lluvias erosivas.

Geología y Geomorfología

La metodología utilizada en el análisis geológico y geomorfológico se basó en la revisión de estudios geológicos a escala nacional, realizado por la Dirección General de Minería , por el Proyecto SYSMIN, y la cartografía elaborada como parte de los referidos estudios, complementado con visitas de reconocimiento y validación de las informaciones mediante observaciones de campo.

Metodología aplicada para el levantamiento Suelos

Fase preliminar

En esta primera fase del estudio se procedió a la obtención de la información antecedente, principalmente los levantamientos precedentes que abarcan a la cuenca aportante al embalse de Sabana Yegua y otros datos de interés. Se identificaron dos estudios que incluyen a las subcuencas de los ríos Las Cuevas y Grande o del medio. El primero realizado en el año 1987 por el entonces Departamento de Inventario y Ordenamiento de Recursos Naturales de la Secretaria de Estado de Agricultura, en el marco de la ejecución del Proyecto MARENA, y el segundo realizado por la Consultora AGROHORTI S.A., publicado un año después con el título: Estudio Integrado de Recursos Naturales de la Cuenca del Río Grande o del Medio.

Otro estudio consultado es el titulado : Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la Republica Dominicana, realizado por la Unión Panamericana de la OEA en 1967, que ha servido de base a numerosos levantamientos ejecutados con posterioridad a esa fecha en todo el país.

Estos levantamientos han perdido alguna vigencia al transcurrir unos 20 a 40 años desde su realización, a más de presentar algunos problemas conceptuales y de interpretación, propios del estado de los conocimientos para la época y de la escala de los mismos. Sin embargo, contienen informaciones valiosas que sirven de apoyo para posteriores estudios de mayor alcance, como el caso que nos ocupa.



En esta etapa se llevaron a cabo otras actividades, como la organización del equipo de consultores; la celebración de reuniones con Técnicos de Sur Futuro en el Municipio de Padre las Casas, para coordinar acciones para el inicio del trabajo de campo; la participación en un Taller efectuado en San Juan de la Maguana, sobre el tema de Compensaciones por Servicios Ambientales, contemplado como parte de las estrategias del proyecto marco “Demostrando el Manejo Sostenible de la Tierra en la Cuenca Alta de la Presa de

Sabana Yegua”; encuentros en Santo Domingo con Técnicos de la oficina principal de Sur Futuro y la obtención de mapas y documentos sobre la cuenca.

Fase de Gabinete

En esta fase se obtuvo la base cartográfica, que consiste principalmente en Hojas Topográficas a escala 1:50,000, imágenes del satélite Spot y un modelo de elevación de toda la cuenca utilizando el programa SDRM Radar 90, que arrojaron un mapa de fotointerpretación digital basado en el relieve y combinado con mapas temáticos de zonas de vida y geología para la separación de las grandes unidades fisiográficas, acompañado de una leyenda preliminar, que se presenta mas adelante.

Este mapa se utiliza como base para la comparación con las unidades delimitadas en los estudios antecedentes. Esta correlación se realiza en la subcuencas de los Ríos Las Cuevas y Grande. En el caso de la cuenca del rRo Yaque del Sur, que es la única donde no se dispone de un levantamiento anterior se usa para organizar el trabajo de campo o mapeo sistemático Toda esta información fue procesada, analizada y desplegada utilizando un sistema de información geográfica (SIG).

Fase de reconocimiento de campo

Esta fase comprendió la celebración de tres (3) talleres con informantes claves para apoyar la identificación de áreas críticas, problemas específicos y detalles sobre los distintos componentes del estudio. Estos eventos fueron celebrados en cada una de las subcuencas, con la colaboración de la oficina de Padre Las Casas y fueron dirigidos por personal de PROYECTA. Sirvieron además como reconocimiento de campo para el equipo de consultores.



Los Talleres se efectuaron en las comunidades: Gajo de Monte, subcuenca Rio Grande, Guayabal, subcuenca Río Las Cuevas y Arroyo Cano, próximo al limite entre la subcuenca Yaque del Sur. Estos eventos se realizaron entre el 13 y el 15 de abril del 2007. Durante los mismos hubo la participación de cerca de 50 líderes comunitarios, personas involucradas y algunos técnicos, con un adecuado conocimiento de la cuenca y una percepción considerablemente alta sobre su problemática de recursos

naturales.

Mapeo sistemático- metodología

Fase de mapeo sistemático

En esta fase se realizó el trabajo de campo, con la finalidad de establecer los límites definitivos entre los distintos suelos identificados en el área de estudio, que definen las unidades a representar en los mapas y su contenido podológico, o sea la clase de suelos dominantes en cada unidad. Para ello se realizaron 30 calicatas o perfiles típicos y numerosas observaciones especiales y con barreno, con énfasis en los sectores de trabajo del proyecto y por el método de transecto.

De cada perfil típico se extrajeron muestras de suelos de los distintos horizontes, para un total de 97. Estas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD), para determinar parámetros físicos y químicos útiles para la clasificación taxonómica y con fines de uso y manejo de los suelos.

Esta clasificación taxonómica se realizó además, tomando en consideración las características morfológicas de los suelos contenidas en las fichas de campo, para lo cual se utilizó el sistema conocido como Soil Taxonomy; para fines utilitarios y de manejo se usó el método del Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Todas estas informaciones fueron llevadas a los mapas correspondientes a escala 1:50,000, los cuales se elaboraron con el programa ARC Gis 9, como parte del sistema de información geográfica empleado, del cual se ofrecen mayores detalles en otra parte de este estudio.

El Mayor grado de detalle en los sectores de trabajo del proyecto permitió un mejor conocimiento de los suelos en los mismos y facilitó la extrapolación de las informaciones a aquellas áreas de difícil acceso, principalmente dentro de las áreas protegidas utilizando el método de Análisis de Patrones. Este método se basa en la creación de un modelo donde intervienen los factores fisiográficos, como geoforma, altitud y pendiente, mezclados con las unidades bioclimáticas o Zonas de Vida de Holdridge y la geología.

Una vez conocido este modelo en los puntos de muestreo, se determinó la ocurrencia de unidades de suelos donde el patrón creado por estos factores resultó repetitivo, ya que representan factores de formación de los suelos y el programa utilizado los asume y traza automáticamente los límites entre las unidades de suelos.

En esta fase la leyenda preliminar fue convertida en la Leyenda de Suelos que acompaña al mapa correspondiente.

Cobertura y uso de la tierra

Se realizó un análisis comparativo de la cobertura en los años 1984, 1996 y 2003, utilizando herramientas de Geomática, produciendo mapas preliminares que fueron validados con visitas de campo y entrevistas a informantes claves de las cuencas.

Erosión y remoción en masas

Esta sección del trabajo corresponde a una revisión del estudio realizado por el técnico español Juan Fadón, que por poseer un alto nivel de precisión y calidad de información se incluye en forma íntegra, con los ajustes de actualización que permite el documento.

El diagnóstico biofísico de las microcuencas prioritarias se realizará mediante un análisis cuantitativo y cualitativo del inventario para relacionarlo con el grado de conservación y el deterioro de los recursos naturales, para lo cual se utilizará la fórmula descriptiva para identificar los niveles de degradación de las micro-cuencas.

El diagnóstico se realizó mediante la fórmula descriptiva siguiente:

$$E(f) = \frac{Zv, D, d, p}{g, E, e, v}$$

Zv: zona de vida

D: degradación específica

d: sedimentos

p: pendiente

g: geología

E: erodabilidad

e: cobertura actual del proceso de erosión

v: cobertura vegetal

Descripción de los parámetros de la fórmula descriptiva

Clasificación de zonas de vida L. Holdridge.(ZV)

Se utilizará el diagrama de L. Holdridge usando los siguientes parámetros:

- Bio-temperatura.(°C)
- Promedio de precipitación (mm)
- Evapotranspiración potencial
- Humedad

Tabla 1. Índice de grado de semejanza para la zona de vida

Grado de semejanza	Indice	Niveles
81-100%	(ZV) ₁	Altamente semejante
61-80%	(ZV) ₂	Semejante
41-60%	(ZV) ₃	Medianamente semejante
21-40%	(ZV) ₄	Baja semejanza
1-20%	(ZV) ₅	Ninguna semejanza

Degradación Específica

El cálculo de la cantidad de suelo que se pierde por erosión expresada en m³/km²/año o erosión potencial de la micro-cuenca por la influencia de la cantidad de precipitación y su modo de repartición se calculará mediante el coeficiente de Fournier.

$$F = p^2 / P$$

p = Precipitación del mes de mayor pluviosidad

P = Precipitación media anual

Para los datos de precipitación se tomarán los de la estación de Padre Las Casas y los de Guayabal. Para calcular la precipitación por la media aritmética se sumarán los registros de las estaciones y luego se dividirá por el número de éstas. El valor obtenido a la figuración de coeficiente de Fournier, donde se obtuvo la degradación específica en m³ /km² / año.

Tabla 2. Índices asignados a los distintos valores medios de degradación

Calificación	Degradación m ³ /km ² /año	Índice o Símbolo
Denudación geológica normal	0-100	D ₁
Erosión débil	100-1000	D ₂
Erosión media	1000-2000	D ₃
Erosión fuerte	2000-3000	D ₄
Erosión excesiva	Mayor de 3000	D ₅

Medición de los sedimentos (d)

En el análisis anterior se determinó la cantidad de suelo que se deposita en el río durante un año, expresada en m³/km²/año. Sin embargo, como solo cuatro de las 28 microcuencas existentes tienen estaciones de aforo, se descartara este parámetro de la fórmula descriptiva.

Relieve (p)

El relieve se determinó a través de la pendiente media aplicando la fórmula siguiente:

$$P_m = \frac{\text{Longitud total de todas las curvas de nivel X equidistancia}}{\text{Área de la cuenca}}$$

La configuración topográfica es uno de los factores que determinan el presente sistema de clasificación, puesto que con el aumento de la pendiente crece también la velocidad del agua y con ello la capacidad de erosión. En este sentido, se basó en un mapa con rango de pendiente diferente a la que es requerida para el diagnóstico, entonces se procedió a hacer de nuevos los promedios para adaptarlos a los rangos que se encuentran en la simbología del relieve o de la pendiente en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Simbología utilizada para la caracterización del relieve

RELIEVE	PENDIENTES MEDIAS	SIMBOLO
Suave	0-12 %	P ₁
Moderado	12-25 %	P ₂
Pronunciado	25-50 %	P ₃
Muy Pronunciado	50-75 %	P ₄
Escarpado	Mayor de 75 %	P ₅

Geología. (g y E)

La formación geológica o tipo de roca que se encuentra más abundante en la zona y la susceptibilidad a la erosión se determinaron consultando los cuadros No. 4 y 5 respectivamente. La naturaleza de la roca madre y su resistencia a la erosión constituye un elemento clave en la génesis del proceso erosivo y torrencial.

Cobertura de erosión (e).

Este parámetro informa que porcentaje del área de las microcuencas está siendo atacado por el fenómeno erosivo. A tal efecto se ha preparado la siguiente relación:

Tabla 4. Cobertura Actual de Erosión.

Porcentaje de la microcuenca afectado por la erosión	Símbolo
1-20 %	e ₁
21-40 %	e ₂
41-60 %	e ₃
61-80 %	e ₄
81-100 %	e ₅

Cobertura vegetal (v).

Esta clasificación está basada en el grado de protección que la cobertura vegetal da al suelo. Comprobada la influencia de la vegetación en el control de las avenidas y de los procesos de erosión del suelo, se definirá un coeficiente que dé idea acerca del grado de protección que brinda al suelo la cobertura vegetal. El índice de cobertura vegetal y la simbología del índice de protección de la cobertura vegetal se encuentra en otra parte de este informe

Para el cálculo de la degradación específica de los nueve sectores prioritarios de la cuenca utilizaremos el coeficiente de Fournier y la Fórmula de Degradación Específica desarrollada por el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT).

III. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION

HIDROMETEOROLOGIA

El Estudio Hidrológico de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua, constituida por las subcuencas: alta del río Yaque del Sur, del río Grande o del Medio y del río Las Cuevas, se focaliza en la identificación, análisis y caracterización de los recursos de agua, en términos de aporte y utilización. En el análisis, se consideran los niveles de cuenca y subcuencas, para determinar rendimiento del aporte superficial, basado en la observación de caudales mínimos, máximos y promedios ocurridos, disponibilidad u oferta de agua y composición y cantidad de la demanda, vinculado al estado de manejo y conservación del ambiente natural.

En el análisis de los recursos de agua de las subcuencas aportantes a la presa de Sabana Yegua, se pone un mayor énfasis en el entorno de localización de las comunidades: Padre Las Casas, Las Lagunas, Las Cañitas, La Siembra, Guayabal, Bohechío, Los Fríos, Palero y Maldonado en Constanza; al igual que sobre los sistemas de riego Padre Las Casas I y II y Bohechío, en cuanto a infraestructura hidráulica, operación y organización de los usuarios del agua.

En términos hidrológicos, las subcuencas aportantes a la presa de Sabana Yegua corresponden a la parte alta de la Región Hidrológica no. 12, denominada Cuenca del Río Yaque del Sur. Ver Figuras 1 y 2, respectivamente.

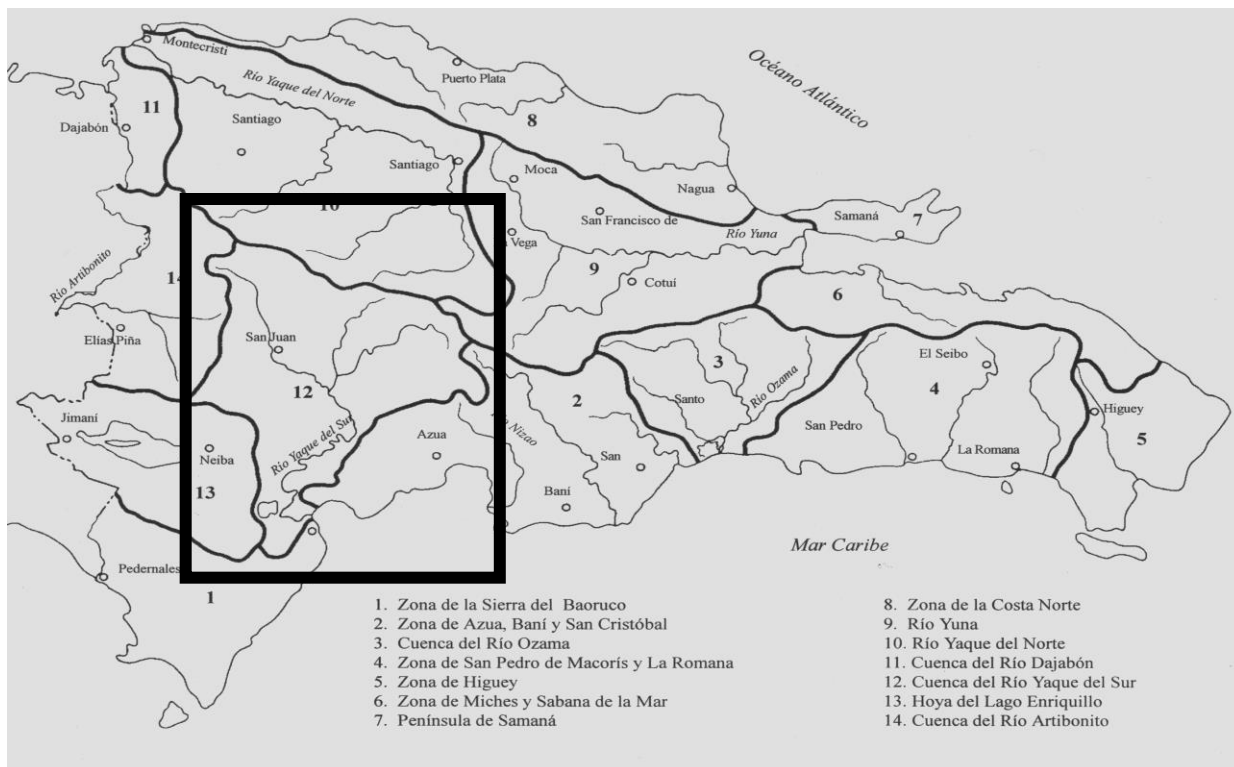


Figura 1: División hidrográfica de la República Dominicana. Fuente: INDRHI, 2000.



Figura 2.- Subcuencas Aportantes a la Presa de Sabana Yegua.
Fuente: Elaboración propia, aplicando técnicas de SIG, 2007.

Climatología

El objetivo del estudio hidroclimático es la identificación, caracterización y cuantificación de los volúmenes hídricos relacionados con las variables climáticas en la zona de estudio. El planteamiento del estudio es eminentemente práctico, de forma que los resultados obtenidos sean aplicables al modelo de funcionamiento hidrogeológico de la zona y, en consecuencia, al correspondiente balance hídrico.

Por lo tanto, para el balance hídrico, se han realizado, de una forma consecutiva, las siguientes actividades:

- f. Selección de las estaciones pluviométricas y termométricas de la zona.
- g. Análisis de los datos pluviométricos, considerando años tipo.
- h. Análisis de los datos termométricos.
- i. Cálculo de la evapotranspiración potencial, por los métodos de Hargreaves y de la Evaporación en el Tanque A.
- j. Balance hídrico general.

Precipitación

El análisis de la precipitación consiste en convertir la precipitación puntual en areal, por el método de las isoyetas, considerando años tipo (seco, medio y húmedo) de cada estación meteorológica, ajustando las series de valores de precipitación total anual registrados a una distribución de Goodrich.

Aquellos años con un valor de pluviometría anual menor que el correspondiente a la probabilidad de 0.35 son considerados secos, y aquellos con una pluviometría mayor que la correspondiente a la probabilidad de 0.65 se consideran húmedos. Los valores medios mensuales (con toda la serie) conforman el año tipo medio.

También, a partir de la precipitación puntual registrada históricamente se calcula la precipitación confiable al 50% de probabilidad de ocurrencia para utilizarla en el balance hídrico general, según se muestra en la tabla 1.

Las Figuras del 3 al 5, presentan la variación de la precipitación areal en el entorno de las subcuencas aportantes a la presa de Sabana Yegua en años secos, medios y húmedos.

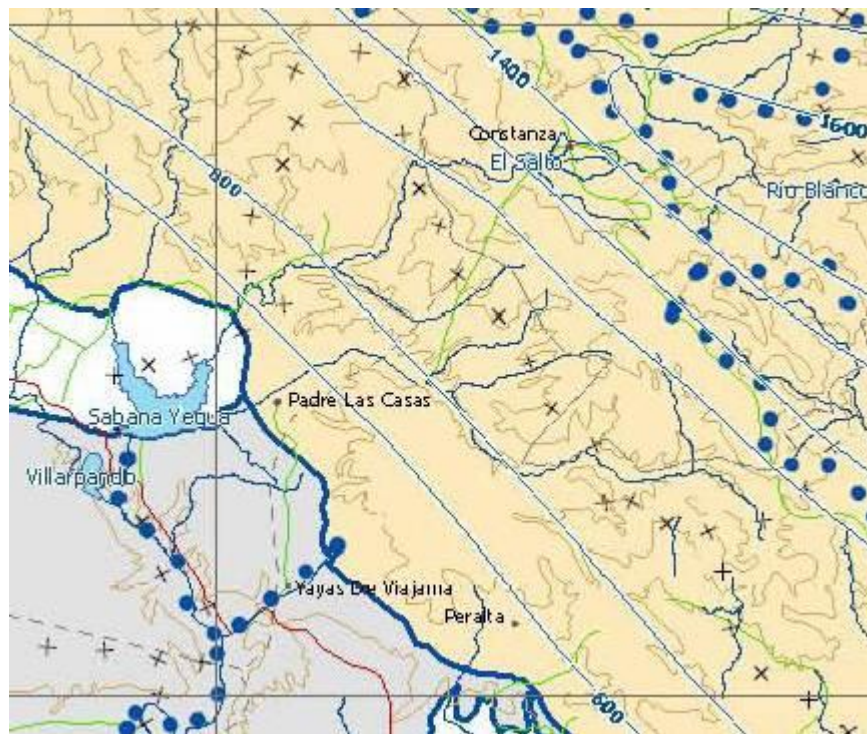


Figura 3.- Lluvia promedio areal en el entorno aportante a la presa de Sabana Yegua, año seco.
Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Según la Figura 3, en años secos la lluvia promedio areal de las subcuencas aportantes a la presa de Sabana Yegua varía desde 600 mm en las zonas más bajas y cercanas a la presa hasta 1400 mm en las partes más altas y distantes a la presa.

Para años medios (Figura 4), la lluvia promedio areal varía entre 1000 mm y 1600 mm, respectivamente, a medida que el entorno se aleja de la presa y se incrementa la altitud. Cuando se trata de años húmedos (Figura 5), entonces la variación es de 1200 mm a 2200 mm, respectivamente, siempre en la dirección ascendente altitudinalmente con respecto a la presa. Esta mayor amplitud de variación está asociada con la mayor cantidad de precipitación ocurrida durante los años húmedos.

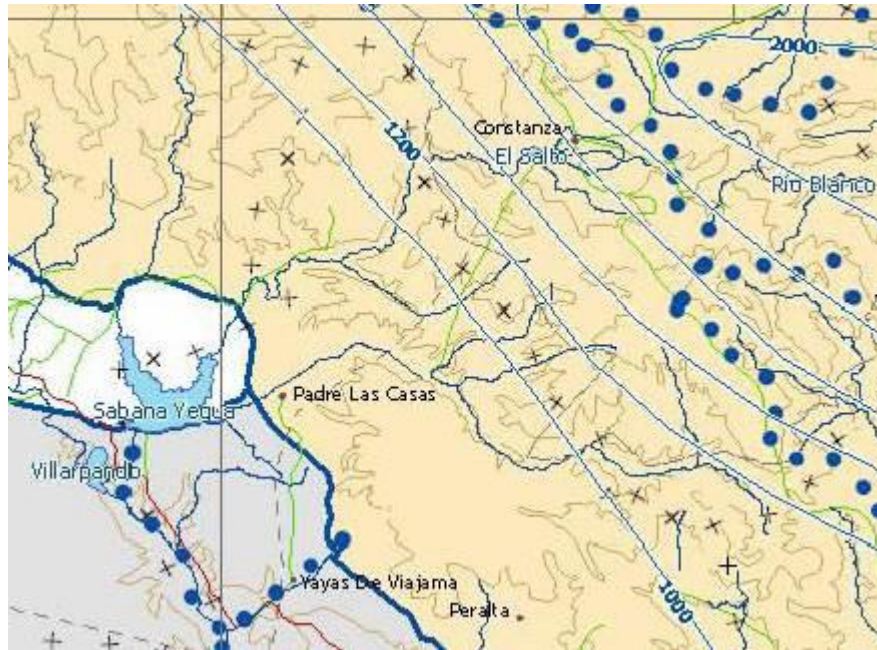


Figura 4.- Lluvia promedio areal en el entorno aportante a la presa de Sabana Yegua, año medio.
Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

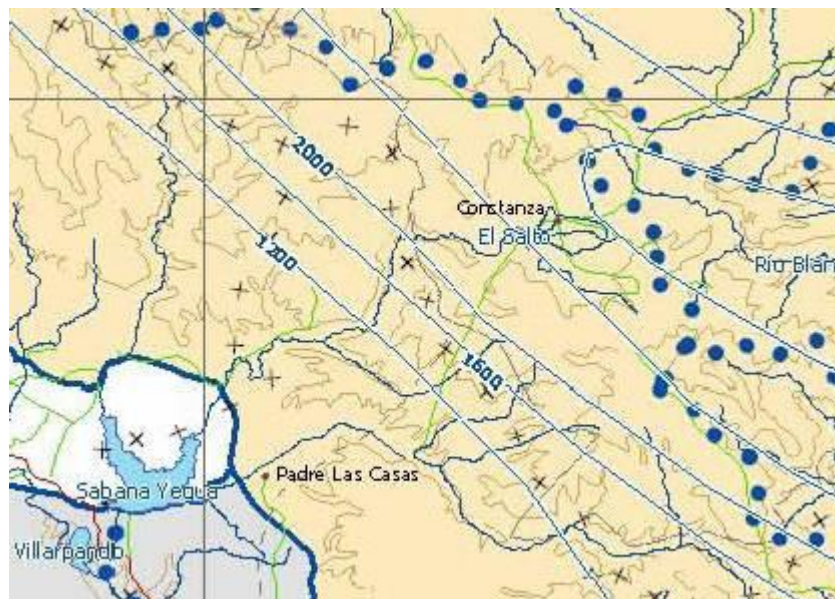


Figura 5.- Lluvia promedio areal en el entorno aportante a la presa de Sabana Yegua, año húmedo.
Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial (Etp) ha sido calculada utilizando el método de Hargreaves que, comparándolo con otros métodos, se considera apropiado para zonas tropicales. Con este método se obtiene el valor de la Etp mensual a partir de la temperatura media mensual, la media mensual de las temperaturas máximas diarias y de las mínimas diarias, y la radiación solar extraterrestre. También se utilizó el método de la Evaporación en el Tanque A para estimar la Etp, cuando la disponibilidad de datos climáticos así lo impuso. Ver tabla 2.

Con la evapotranspiración calculada y la precipitación confiable para una probabilidad especificada de 50% se procede a realizar el balance hídrico general.

Balance hídrico general

El balance hídrico general se basa en la relación de la precipitación confiable con la evapotranspiración potencial, para determinar el comportamiento del clima en cuanto a disponibilidad o falta del recurso agua en la zona de estudio. Así, se pueden presentar tres situaciones a saber:

- d. Que durante el período de análisis, por ejemplo un mes, la precipitación confiable sea *igual* a la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua satisface la demanda potencial. Hay una condición de equilibrio o balance hídrico.
- e. Que la precipitación confiable sea *mayor* que la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua en el período es mayor que la demanda potencial. Es decir, hay exceso de agua.
- f. Que la precipitación confiable sea *menor* que la evapotranspiración potencial, entonces la disponibilidad de agua es menor que la demanda potencial, por lo que se presenta un déficit de agua.

En el Análisis se utilizan los datos climáticos de series históricas de varios años de observación registradas en las estaciones climatológicas: Padre Las Casas, Guayabal, El Tetero y Constanza. Las características generales de estas estaciones climatológicas se indican en el Tabla No. 5, así como también su distribución espacial en la Figura 6.

Tabla No.5. Características generales de la Estaciones Climatológicas sobre la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Estación Climatológica	Código	Institución	Coordenadas esféricas		Coordenadas UTM		Altitud	Años De obs.
			Lat. Norte	Long. Oeste	Este: X	Norte: Y		
Padre Las Casas	0559	ONAMET	18° 44' 00"	70° 56' 00"	296164	2072427	510	21
Guayabal	4916	INDRHI	18° 45' 00"	70° 50' 26"	305960	2074194	710	22
El Tetero	4911	INDRHI	18° 53' 04"	70° 54' 07"	299645	2089144	1340	16
Constanza	4902	INDRHI	18° 54' 40"	70° 43' 00"	319196	2091896	1215	25

Fuente: Elaboración propia con datos de ONAMET e INDRHI, 2007.



Figura 6.- Estaciones Climatológicas sobre la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.
 Fuente: Elaboración propia, con técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), 2007.

Basado en los datos climáticos analizados en la Tabla No. 6, en Padre Las Casas, el balance hídrico general indica que durante todos los meses del año la evapotranspiración potencial supera la precipitación confiable, presentándose un déficit de humedad permanentemente en el entorno. La Figura 7, muestra que la evapotranspiración potencial es siempre superior a la precipitación confiable.

La tabla No. 6, también indica que en Guayabal anualmente la evapotranspiración potencial supera la precipitación confiable. En términos mensuales, se presenta un déficit de humedad en 7 de los 12 meses del año y un exceso de agua en 5 de los 12 meses del año. Ver Figura 8. Este comportamiento climático de Guayabal puede ser aprovechado para desarrollar algún tipo de aprovechamiento hidráulico que permita regular el escurrimiento en períodos de exceso, para compensar el déficit en períodos de escasez de agua.

En El Tetero, la precipitación confiable anual supera a la evapotranspiración potencial, lo que indica un exceso de agua anualmente. Sin embargo, debido a la variabilidad mensual de la precipitación se presentan 5 de los 12 meses del año con déficit de humedad, ya que en estos meses la evapotranspiración potencial supera a la precipitación confiable. Ver Tabla No. 6 y **Figura No. 9**, respectivamente. Al igual que en Guayabal, se pueden desarrollar regulaciones hidráulicas de los excesos para compensar el déficit.

Finalmente, la Tabla No.6, indica que en Constanza se presenta un déficit de humedad anualmente, a consecuencia de que la evapotranspiración anual es superior a la precipitación confiable anual. Al analizar el comportamiento del clima en una base mensual, se observa que en solo 4 de los 12 meses del año se presenta algún nivel de exceso de agua, a causa de que en estos meses la precipitación confiable es mayor que la evapotranspiración potencial. En general, 8 de los 12 meses del año son deficitarios, tal como se aprecia en la **Figura No.10**.

Tabla No.6.- Balance hídrico general en la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

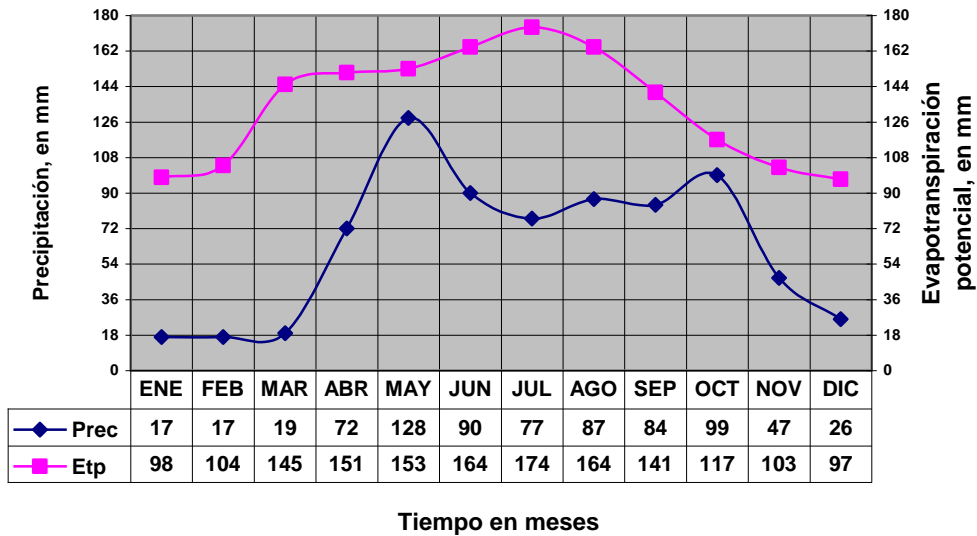
Estación Climática Padre Las Casas													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp (°C)	22.0	22.5	23.5	24.8	25.5	25.4	25.7	26.0	25.7	25.0	24.5	23.5	24.5
HR (%)	73	72	70	75	80	76	75	76	76	78	74	73	75
Prec (mm)	17	17	19	72	128	90	77	87	84	99	47	26	763
Etp* (mm)	98	104	145	151	153	164	174	164	141	117	103	97	1,611
Déficit (mm)	81	87	126	79	25	74	97	77	57	18	56	71	848
Exceso (mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Estación Climática Guayabal													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp (°C)	21.1	21.0	21.8	22.6	22.9	23.2	23.6	23.4	23.3	22.9	22.4	21.4	22.5
HR (%)	78	74	76	78	81	80	78	79	81	82	80	79	79
Prec (mm)	16	22	42	80	185	118	87	174	172	141	49	21	1,107
Etp** (mm)	90	98	116	117	108	112	118	119	96	96	83	85	1,239
Déficit (mm)	74	77	74	37	---	---	31	---	---	---	34	64	132
Exceso (mm)	---	---	---	---	77	6	---	55	76	45	---	---	---
Estación Climática El Tetero													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Prec (mm)	35	51	56	99	184	166	85	147	195	168	100	25	1,309
Etp** (mm)	77	80	94	94	90	83	98	88	79	69	75	74	1,001
Déficit (mm)	42	28	38	---	---	---	14	---	---	---	---	49	---
Exceso (mm)	---	---	---	5	94	83	---	58	115	100	25	---	308
Estación Climática Constanza													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temp (°C)	16.4	16.6	17.7	18.6	19.7	19.9	20.1	20.2	20.1	19.8	19.1	17.0	18.8
HR (%)	84	83	83	84	84	82	81	84	84	83	84	85	83
Prec (mm)	32	32	54	73	154	77	60	103	131	93	91	46	944
Etp** (mm)	73	77	97	100	94	99	99	105	94	84	74	75	1,071
Déficit (mm)	41	45	43	26	---	22	39	2	---	---	---	29	126
Exceso (mm)	---	---	---	---	60	---	---	---	37	8	16	---	---

* Calculada con el método de Hargreaves

** Calculada como el 70% de la evaporación en el Tanque A

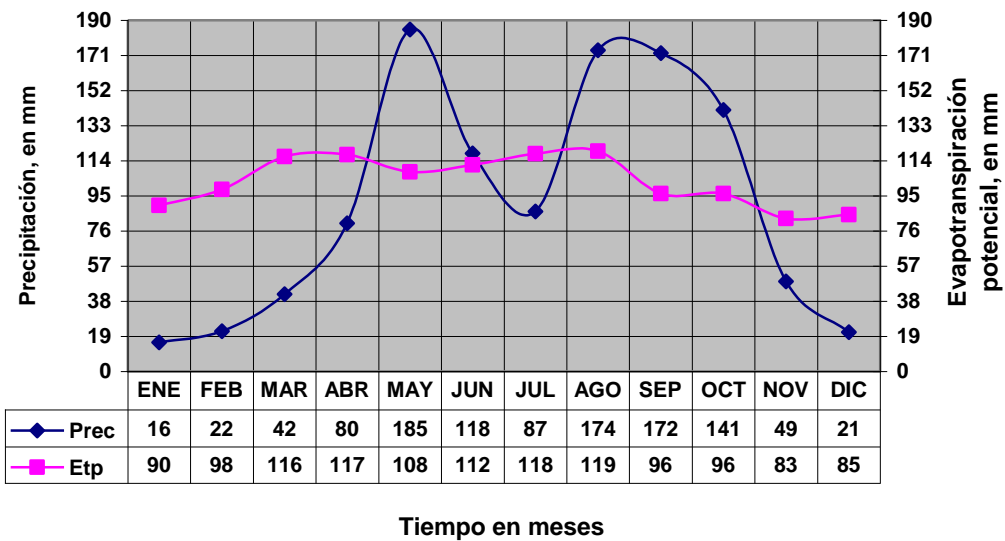
Fuente: Elaboración propia, con datos de ONAMET e INDRHI, 2007.

Figura 7.- Relación de la precipitación con la evapotranspiración potencial en Padre Las Casas.



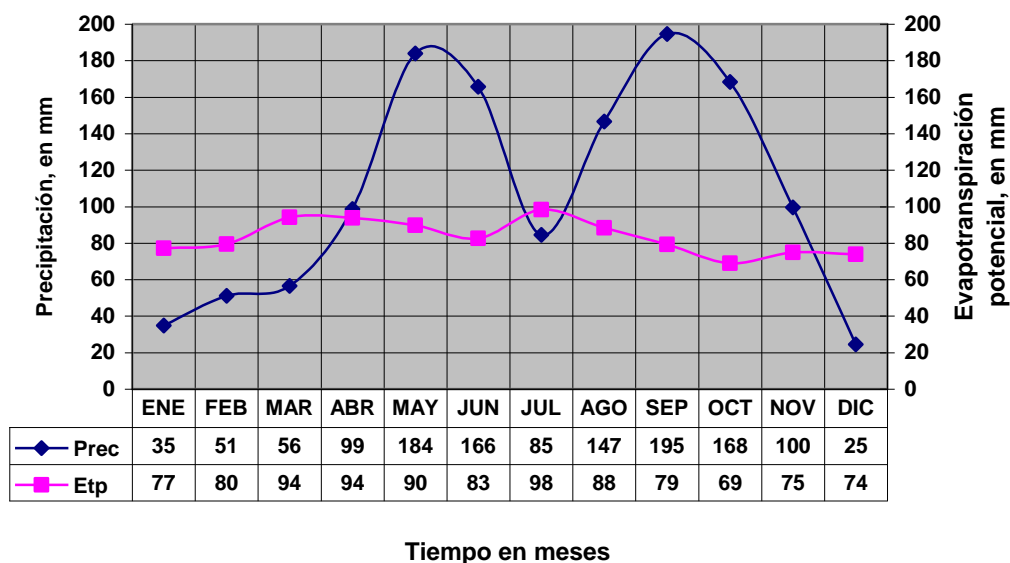
Fuente: Elaboración propia con datos de ONAMET, 2007.

Figura 8.- Relación de la precipitación con la evapotranspiración potencial en Guayabal



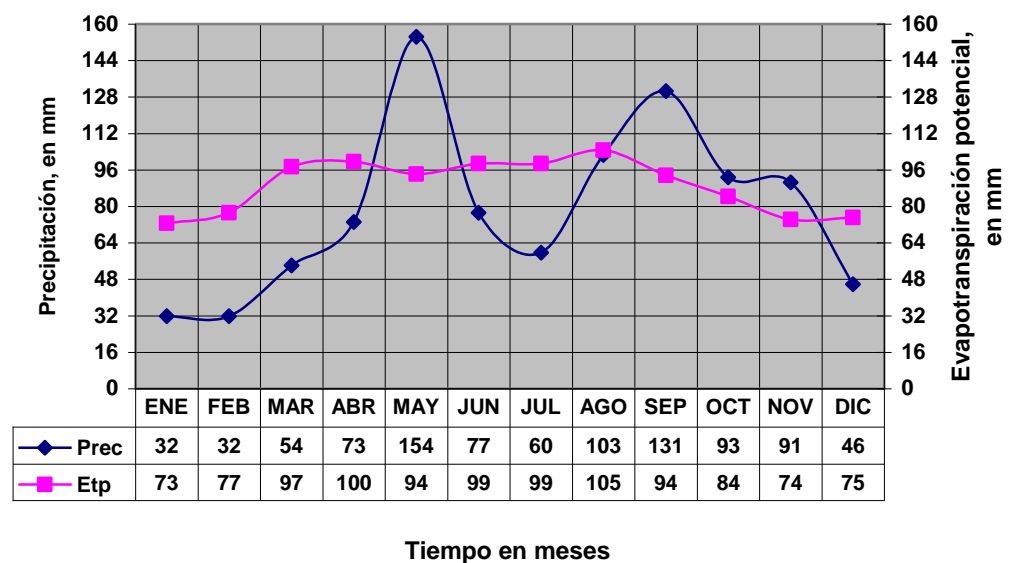
Fuente: Elaboración propia con datos del INDRHI, 2007.

Figura 9.- Relación de la precipitación con la evapotranspiración potencial en El Tetero



Fuente: Elaboración propia con datos del INDRHI, 2007.

Figura 10.- Relación de la precipitación con la evapotranspiración potencial en Constanza



Fuente: Elaboración propia con datos del INDRHI, 2007.

Tanto el río Las Cuevas como sus arroyos afluentes son cauces encajonados que aún no han alcanzado su nivel base, debido a su localización en un relieve irregular y montañoso, con cambios importantes de altitud y gradiente, como se puede apreciar en la Figura No. 13.

Escurrimiento

El escurrimiento total de la subcuenca del río Las Cuevas es pequeño, y solo representa el 12% del caudal del río Yaque del Sur. Sin embargo, cuando se presentan épocas con lluvias prolongadas, el agua drena con rapidez extrema provocando grandes avenidas o crecidas, que transportan sedimentos y arrastran piedras grandes.

Con el objeto de medir el escurrimiento que genera la subcuenca a lo largo del año, se han establecido sitios de hidrometría en el cauce del río Las Cuevas, donde se registran aforos mensuales, para observar la variación del escurrimiento a través del tiempo.

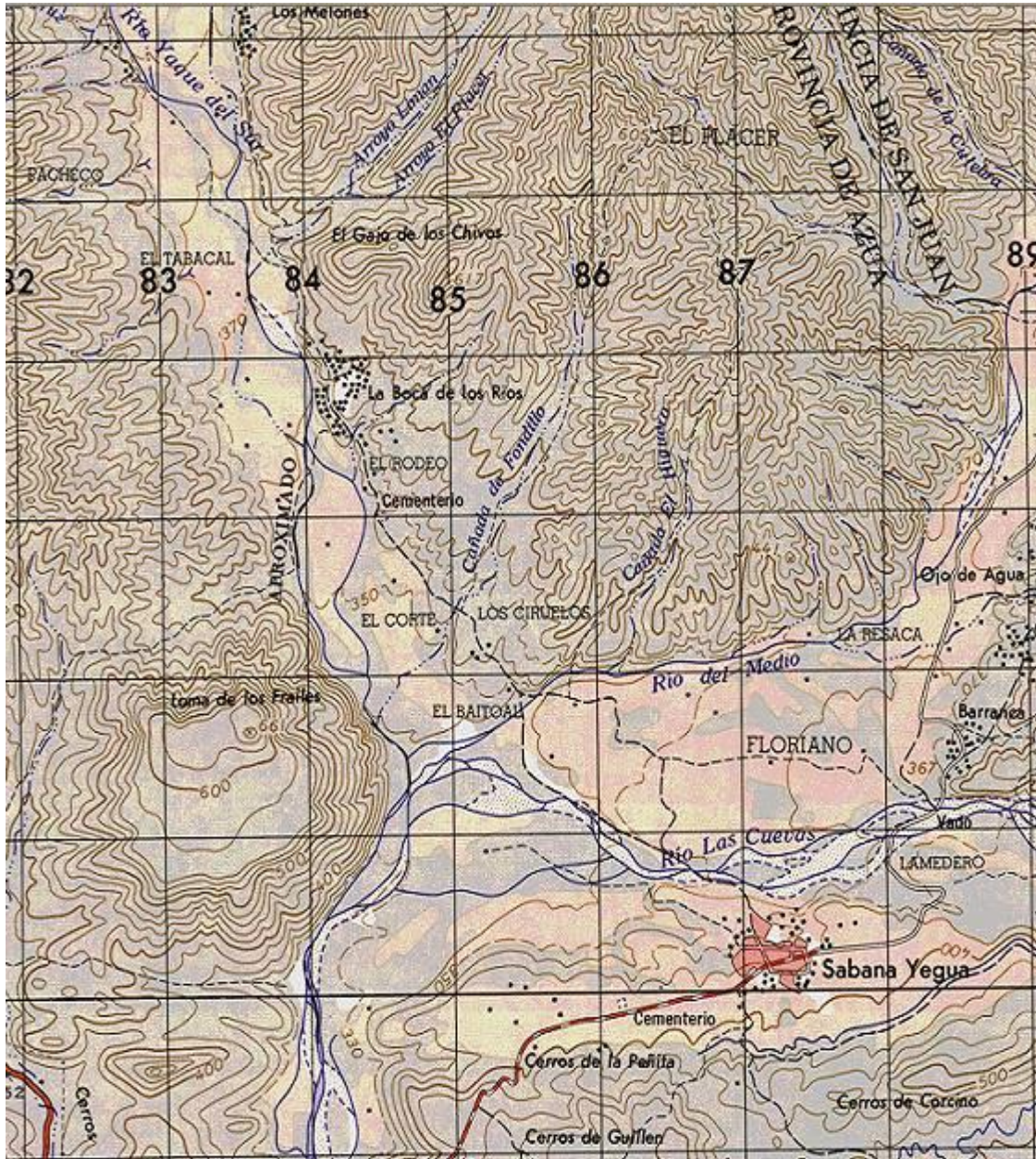


Figura 13.- Topografía de la Red Hidrográfica Aportante a la Presa de Sabana Yegua.
 Fuente: Instituto Cartográfico Militar. Hoja Topográfica a Escala 1:50,000.

Uno de los sitios de medición es el de *Las Cuevas-1*, punto de aforo situado en las coordenadas (X, Y) = (291952, 2071363), que controla las aguas del río Las Cuevas y varios de sus afluentes antes de su salida de la subcuenca al embalse de Sabana Yegua. En este sitio se registran caudales elevados a lo largo del año que oscilan entre un mínimo de 2.6 m³/s y un máximo medio superior a 7.3 m³/s, tal como se muestra en la Tabla No. 7

Tabla No. 7.- Caudales medidos en el Sitio de Aforo Las Cuevas-1

Caudales medios mensuales, en m ³ /s												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
5.19	3.50	2.67	3.07	7.37	4.80	3.68	3.82	3.48	Crecida	6.94	5.48	4.55

Otro sitio de aforo sobre el río Las Cuevas es la *Estación 492002, INDRHI, en La Guama*, en las coordenadas X, Y = 308841, 2071646, que recibe el escurrimiento que se genera en un área de captación de 295 km², donde se ha medido el escurrimiento mensual desde 1982 hasta 1993, según se presenta en la Tabla No. 8 y la **Figura 14**, respectivamente.

Tabla No. 8.- Caudales mensuales en m³/s en La Guama, río Las Cuevas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1982							2.69	2.18	2.13	2.05	1.71	2.61	2.23
1983	2.08	1.42	1.7	1.68	2.26	1.67	1.32	1.05	1.04	1.07	1.07	1.06	1.45
1984	1.06	1.96	1.23	1.17	2.01	4.19	1.91	3.58	3.21	3.55	2.75	2.08	2.39
1985	1.94	1.46	1.55	1.4	1.46	1.18	1.18	2.11	3.13	4.27	6.93	3.25	2.49
1986	2.22	2.05	1.5	1.8	5.24	9.64	3.69	3.03	2.93	2.65	2.67	2.06	3.29
1987	1.62	1.54	1.17	0.98	0.95	2.55	1.99	1.37	4.48	4.19	4.45	5.73	2.59
1988	3.51	4.03	1.89	2.25	2.33	2.24	2.99	5.9	12.6	8.28	7.48		4.87
1990											16.1		16.08
1993								2.51	3.04	2.29	1.68		2.38
SUMA	12.43	12.46	9.04	9.28	14.25	21.47	15.77	21.73	32.58	28.35	44.82	16.79	37.76
n	6	6	6	6	6	6	7	8	8	8	9	6	9
Promedio	2.07	2.08	1.51	1.55	2.38	3.58	2.25	2.72	4.07	3.54	4.98	2.80	4.20
Mínimo	1.06	1.42	1.17	0.98	0.95	1.18	1.18	1.05	1.04	1.07	1.07	1.06	1.45
Máximo	3.51	4.03	1.89	2.25	5.24	9.64	3.69	5.90	12.62	8.28	16.08	5.73	16.08

Fuente: Elaboración propia, con datos del Departamento de Hidrología del INDRHI, 2007.

Según estos datos, el caudal promedio mensual es pequeño y con poca variación durante el año, lo que indica un bajo escurrimiento influenciado por la baja precipitación que ocurre en el entorno. Sin embargo, al comparar el caudal mensual mínimo con el máximo, se observan diferencias importantes en el caudal que ocurre en mayo-junio y en agosto-diciembre. Esto se corresponde con la variación mensual de la precipitación (Tabla No. 6), y con la variación misma del escurrimiento observado en años secos, promedios y húmedos citados en la Tabla No. 8.

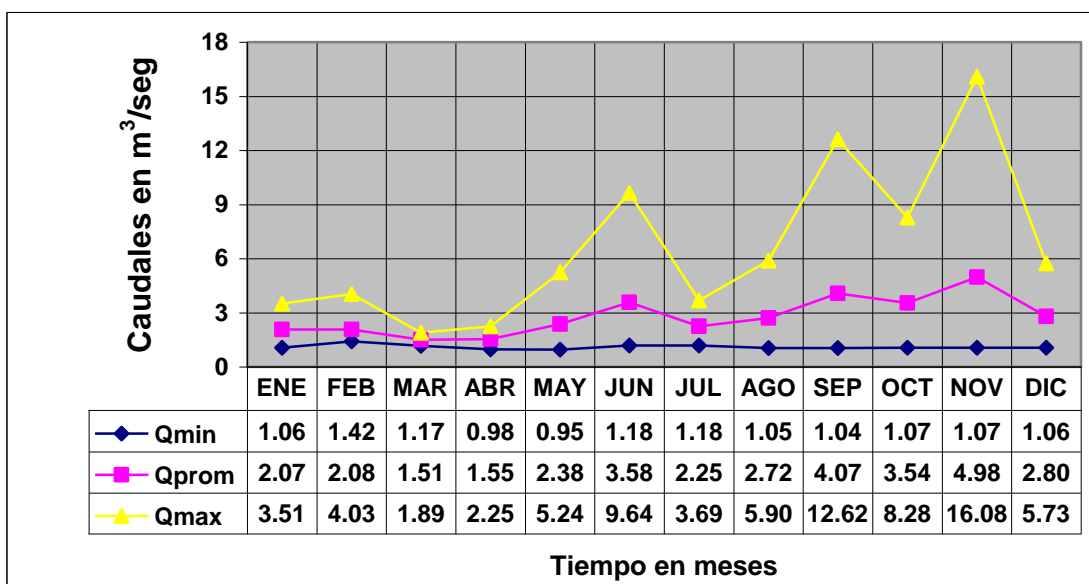


Figura 14.- Caudales mensuales históricos mínimos, promedios y máximos en la Guama, río Las Cuevas, afluente del Yaque del Sur.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Departamento de Hidrología del INDRHI, 2007.

Subcuenca del Río Grande o Del Medio

Características generales e hidrografía

La subcuenca del río Grande o Del Medio comprende una superficie de 685.46 km², con un perímetro de 148.35 km, y se desarrolla entre las cotas 350 msnm y 2,632.1 msnm. El cauce principal del río En Medio tiene su nacimiento en la vertiente sur de la cordillera central y discurre en dirección norte-sur y este-oeste hasta desembocar en el río Yaque del Sur, aguas arriba de la presa de Sabana Yegua (Figuras 12 y 13). Sus afluentes importantes son: río Yaquesillo y los arroyos Constanza, Hondo, Limoncillo, Limón o Majaguita y Guarico. Ver Figura No. 11.

La forma de la subcuenca es oblonga, y los cauces de los arroyos afluentes son cortos y con pendientes pronunciadas. Aguas abajo de la desembocadura del río Yaquesillo, el caudal del río En Medio es más uniforme y aumenta su velocidad; luego, recibe el escurrimiento de los arroyos Limón o Majaguita y Guarico, y en la zona de Palomino el cauce se encajona entre montañas. A partir de El Mogote, aguas arriba de Bohechío, la subcuenca del río En Medio se ensancha, desarrollándose un pequeño valle, donde predominan los procesos de sedimentación hasta la desembocadura en el lago del embalse de Sabana Yegua.

Escurrimiento

El escurrimiento que genera la subcuenca del río En Medio, se comenzó a medir o aforar a partir del 1960, con estaciones hidrométricas localizadas en el cauce del río En Medio y en los arroyos Palero, Constanza y Yaquesillo, a elevaciones que varían desde

338 msnm hasta 1,290 msnm. En la Tabla No. 9, se presentan diferentes sitios de medición del escurrimiento de la subcuenca, caracterizados por la longitud del cauce y el área de escurrimiento.

Tabla No. 9.- Sitios de aforo del escurrimiento sobre la subcuenca del río En Medio

Sitios de medición	Área de escurrimiento (km ²)	Longitud del cauce (km)
Arroyo Palero en Los Magueyes	4.0	2.50
Arroyo Constanza en El Chorro	60.3	7.50
Río Yaquesillo, en El Cedro	94.0	16.25
Río En Medio en el Limoncito	225.0	28.50
Río En Medio en Palomino	559.0	56.00
Río En Medio en Bohechío	678.0	61.00

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

En la Tabla No. 10, se presentan los caudales medios mensuales de los escurrimientos generados por la subcuenca del río En Medio, observados en los diferentes sitios de aforo, para períodos de 2 a 9 años de observación.

Tabla No. 10.- Caudales medios mensuales observados en la subcuenca del río En Medio

Sitio de medición	Latitud Norte	Longitud Norte	Altitud m	Años de observación	Caudal Q, m ³ /s
Arroyo Palero en Los Magueyes	18° 53' 55"	70° 41' 23"	1250	2	0.17
Arroyo Constanza en El Chorro	18° 53' 58"	70° 45' 27"	1130	6	0.74
Río Yaquesillo, en El Cedro	18° 54' 05"	70° 50' 18"	860	4	1.69
Río En Medio en la Compuerta	18° 51' 48"	70° 42' 47"	1290	3	0.61
Río En Medio en el Limoncito	18° 53' 55"	70° 50' 14"	857	4	1.82
Río En Medio en Palomino	18° 48' 06"	70° 58' 26"	450	9	8.99
Río En Medio en Bohechío	18° 45' 38"	70° 59' 39"	404	9	7.47
Río En Medio en Sabana Yegua	18° 43' 47"	70° 01' 51"	338	6	10.64

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Al analizar la distribución anual de los caudales medios mensuales observados en los diferentes sitios de aforo, se aprecia que los escurrimientos varían de acuerdo con la época del año, siendo mayores de agosto a octubre para arroyo Palero, de mayo a noviembre para arroyo Constanza, en junio y septiembre-noviembre para el río Yaquesillo, y en mayo y septiembre-noviembre para el río En Medio, tal como se muestra en la Tabla No. 10, que también contiene la lámina de agua escurrida anualmente, calculada a partir del volumen anual obtenido del caudal medio mensual y luego considerando el área de escurrimiento.

Tabla No.11- Distribución del escurrimiento anual de la subcuenca del río En Medio

Corriente	A. Palero	A. Constanza	R. Yaquesillo	Río En Medio				
Sitio de aforo	Los Magueyes	El Chorro	El Cedro	La Compuerta	Limoncito	Palomino	Bohechío	Sabana Yegua
A. Esc. km ²	4	60	94	25	225	559	678	703
lámina mm	1,313	396	567	772	225	356	348	482
Meses	Distribución del escurrimiento anual en porcentaje (%)							
Enero	3.5	5.9	4.9	7.4	5.5	4.0	7.1	9.7
Febrero	5.3	5.2	4.5	5.4	5.5	3.4	5.9	5.3
Marzo	4.6	5.1	4.1	5.5	5.3	3.3	6.2	2.5
Abril	3.5	6.3	5.8	5.4	5.8	4.0	5.7	2.7
Mayo	4.1	10.3	7.5	11.2	9.4	13.1	7.7	5.3
Junio	4.9	12.7	10.8	9.9	14.9	15.0	8.0	7.7
Julio	3.6	8.6	5.7	7.4	7.2	9.9	7.0	5.4
Agosto	11.7	10.0	7.7	5.3	9.0	10.3	7.5	6.1
Septiembre	33.1	10.8	16.7	12.2	16.0	11.2	10.8	12.1
Octubre	12.8	9.5	15.7	11.2	12.3	11.5	13.4	18.7
Noviembre	6.9	9.2	10.8	10.0	4.6	8.8	11.5	13.4
Diciembre	6.1	6.6	5.9	9.1	4.7	5.4	9.4	11.3

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

En el sitio de aforo El Limoncito, las mediciones realizadas desde 1984 hasta 1987, reportan los caudales medios mensuales que se indican en la Tabla No. 11, registrándose un mínimo histórico de 0.75 m³/s, un máximo histórico de 7.77 m³/s y un promedio mensual de 2.41 m³/s.

Tabla No. 11.- Caudales medios mensuales en m³/s en El Limoncito

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual Media
1.26	1.17	1.13	1.41	3.75	4.28	1.83	1.79	3.49	3.71	3.08	2.01	2.41

Dado que en la Estación 491005, INDRHI, en Palomino, se presenta el escurrimiento proveniente de una superficie de 559 km², equivalente al 81.55% del área total de la subcuenca del río En Medio, se han medido los caudales mensuales desde 1978 hasta 1994, durante 17 años, como se indica en la tabla No. 12.

A pesar de que se han presentado algunas interrupciones en las observaciones registradas, con los caudales mensuales históricos se calcularon los promedios mensuales, al igual que los mínimos y máximos ocurridos en la serie. Estos caudales se presentan en la **Figura 15**, para observar su variación a través del tiempo.

Tabla No. 12.- Caudales mensuales históricos en m³/s observados en Palomino

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1978												5.9	5.90
1979	4.39	3.18	3.15	4.32	28.8	40.17	17.63	30.34					16.50
1980							9.76	14.98	22.13	19.23			16.53
1981	9.13	8.8	7.86	9.38	20.18	19.01	21.04	9.73					13.14
1982				3.65	9.15	11.79	6.97	6.32	6.81	7.07	6.21	5.51	7.05
1983	4.35	3.78			7.29	8.38	6.94	5.65	6.99	7.47	5.4	3.45	5.97
1984	3.3	4.22	2.87	2.5	4	13.11	5.18	6.15	17.68	18.42	9.72	6.03	7.77
1985	4.4	3.27	3.8	4.19	6.64	5.68	5.21	6.45	7.47	7.06	17.23	4.24	6.30
1986	3.08	3.79	3.44	5.13	15.62	11.62	5.33	5.9	5.84	5.41	4.83	3.5	6.12
1987	2.97	2.67	2.34	2.76	4.36	12.49	6.69	4.76	11.67	14.32	10.11	7.23	6.86
1988	5.61	5.89	3.48	3.4	5.45	7.11	9.59	6.98	17.79	16.65	11.43	8.73	8.51
1989	7.64	7.92	8.57	6.13						11.99	9.58	5.98	8.26
1990				3.71	3.78	4.07	2.98	4.39	8.87	14.08	12.19	6.68	6.75
1991			2.79	3.99	7.94	7.97	5.36	5.31	8.2	7.47	5.24	3.83	5.81
1992	3.36	2.25		4.8	19.32	18.15					8.04	7.35	9.04
1993	5.91	6.4	5.73	6.88	21.76	12.9	7.22	6.47	7.78	6.79	5.04	3.79	8.06
1994	3.61												3.61
SUMA	57.75	52.17	44.03	60.84	154.29	172.45	109.90	113.43	121.23	135.96	105.02	72.22	142.18
N	12	11	10	13	13	13	13	13	11	12	12	13	17
Promedio	4.81	4.74	4.40	4.68	11.87	13.27	8.45	8.73	11.02	11.33	8.75	5.56	8.36
Mínimo	2.97	2.25	2.34	2.50	3.78	4.07	2.98	4.39	5.84	5.41	4.83	3.45	3.61
Máximo	9.13	8.80	8.57	9.38	28.80	40.17	21.04	30.34	22.13	19.23	17.23	8.73	16.53

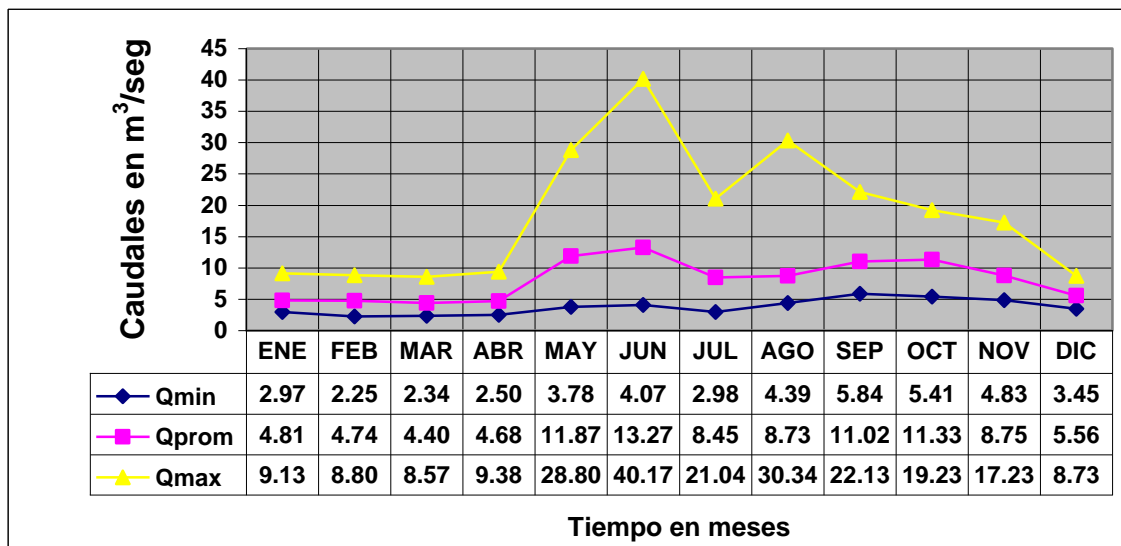


Figura 15.- Caudales mensuales históricos mínimos, promedios y máximos en Palomino, río En Medio, afluente del Yaque del Sur.
 Fuente: Elaboración propia, con datos del Departamento de Hidrología del INDRHI, 2007.

De acuerdo con estos datos, el caudal promedio mensual que genera la subcuenca del río En Medio es importante y con un rango de variación alto a través del año. El caudal promedio mensual varía desde 4.4 m³/s en marzo hasta 13.87 m³/s en mayo. De igual modo, al observar los caudales mensuales extremos mínimos y máximos, las diferencias son importantes, lo que indica la variabilidad del escurrimiento de la subcuenca a través del tiempo, poniendo en evidencia la variabilidad del clima, particularmente en cuanto a la precipitación como fuente generadora de escurrimiento en años tipo, definidos como secos, promedios y húmedos.

Subcuenca Alta del Río Yaque del Sur

Características generales e hidrografía

La subcuenca alta del río Yaque del Sur abarca una extensión de 398.91 km², con un perímetro de 138.07 km, y con un desarrollo entre las cotas 330 msnm y 3,078.6 m, justo en el pico Duarte, constituyendo la zona hidrológica más alta de la República Dominicana. Presenta una forma que se aproxima a un triángulo con la base en su parte más elevada, cambiando a una aproximación rectangular alargada a medida que alcanza el lago del embalse de Sabana Yegua, donde termina (Figuras 2 y 12, respectivamente).

El eje principal drenante de la subcuenca lo constituye el cauce del río Yaque del Sur, el cual tiene como afluentes al río Blanco y los arroyos: Montazo, La Culata y Grande de la Pelona. También, aguas arriba de la presa de Sabana Yegua tiene como afluentes principales los ríos Grande o Del Medio y Las Cuevas. Estos cauces representan la red hidrográfica más importante de la subcuenca alta del río Yaque del Sur (Figuras 11 al 13).

Escurrimiento

El escurrimiento que genera la subcuenca alta del río Yaque del Sur, se concentra en el cauce del río Yaque del Sur, debido al incremento de caudal proveniente del escurrimiento que aportan los afluentes. Para su medición se han establecido dos sitios de aforo, denominados Yaque del Sur-1 y Boca de los Ríos.

El sitio de aforo *Yaque del Sur-1* se localiza en la coordenadas X, Y = 284438, 2081416, a una distancia aproximada de 10 kilómetros aguas arriba del aforo histórico del INDRHI Boca de los Ríos. En este sitio se presenta una de las salidas más importantes de la subcuenca, con caudales máximos medidos superiores a los 15 m³/s y mínimos mayores de 3.3 m³/s. Los caudales promedios mensuales observados se presentan en la Tabla No. 13.

Tabla No. 13.- Caudales medios mensuales en m³/s en Yaque del Sur-1

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
6.14	4.20	3.35	4.42	4.65	10.45	11.69	7.351	12.65	Crecida	15.12	8.66	8.06

La estación de aforo Boca de los Ríos, se localiza en las coordenadas X, Y = 284167, 2073943, aproximadamente 10 Kilómetros aguas abajo del sitio de aforo Yaque del Sur-1. En este sitio se miden los escurrimientos sobre el río Yaque del Sur aportados por una superficie de 365 km². Se observa que los caudales mensuales son bastante similares a los medidos en Yaque del Sur-1, debido a que las incorporaciones de caudal a lo largo de este tramo del río son de poca importancia, provenientes de pequeñas cañadas que no afectan mucho el caudal que se genera aguas arriba de este sitio de aforo.

Para un período de observación de 11 años, comprendido entre 1956 y 1966, en el sitio de aforo Boca de los Ríos, el mínimo histórico es de 1.81 m³/s y el máximo histórico es de 33.11 m³/s, respectivamente. Los caudales promedios mensuales observados se presentan en la Tabla No. 14.

Tabla No. 14.- Caudales medios mensuales en m³/s en Boca de los Ríos.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual Media
5.05	3.91	3.62	5.10	7.77	10.85	7.71	8.42	11.17	12.63	10.17	6.45	7.70

En general, se observa la existencia de dos periodos de aguas más altas, el primero de ellos y más significativo, entre los meses de abril y junio, y el segundo entre septiembre y noviembre. Los caudales más bajos se encuentran localizados en los meses de

febrero y marzo, que por lo general suelen ser del 49 al 53% menor que los volúmenes medios anuales.

En la evolución de caudal de las medias mensuales históricas se aprecian tanto las oscilaciones de caudal anual como los períodos de aguas altas y bajas. Estas oscilaciones en los caudales medidos coinciden plenamente con las variaciones existentes en el registro de precipitaciones ocurridas en la zona.

En la **Figura 16**, se muestra la comparación de la serie de caudales promedios mensuales registrados en Yaque del Sur-1 y Boca de los Ríos. En general, se aprecia una tendencia similar de las curvas, con caudales que durante los primeros meses del año son ligeramente inferiores a la media, pero superiores a dicha media durante el segundo semestre del año.

La Figura 17, muestra la distribución de los sitios de aforo que se han utilizado para observar el escurrimiento de los principales cauces de la cuenca alta de Sabana Yegua. Estos sitios han sido geo-referenciados utilizando técnicas de sistemas de información geográfica de tipo vectorial, para indicar su localización sobre el cauce.

Observando la distribución de los sitios de aforo, según la Figura 17, se aprecia que el monitoreo del escurrimiento superficial en la cuenca ha sido más intensamente observado a lo largo del cauce del río En Medio, el de mayor aporte hidrológico, con relación al río Yaque del Sur alto y al río Las Cuevas, respectivamente. Esto sugiere que sería conveniente aumentar la cobertura de observación hidrológica y climática tanto en la subcuenca alta del río Yaque del Sur como en la subcuenca del río Las Cuevas, para poder obtener información más precisa y detallada sobre el escurrimiento que producen.

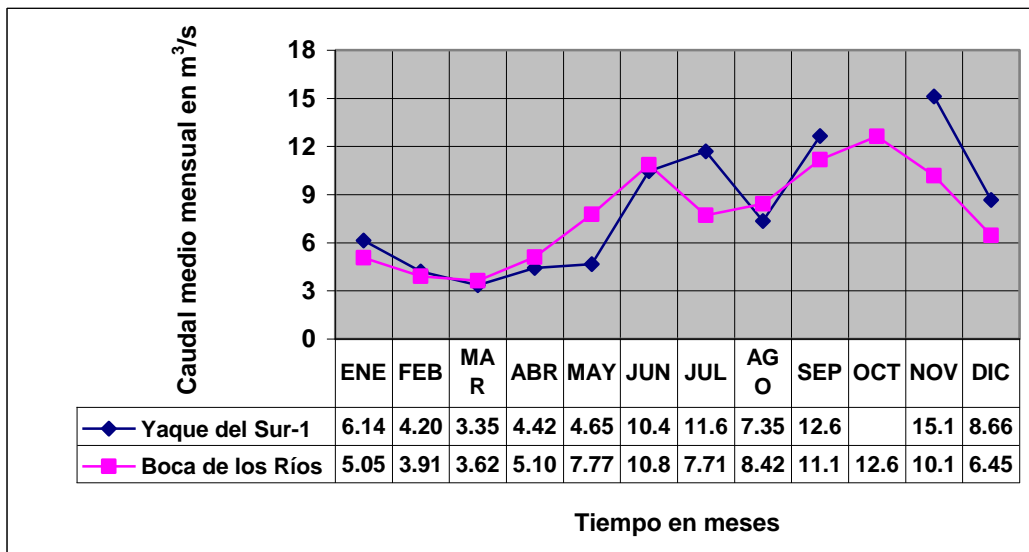


Figura 16.- Comparación de caudales promedios mensuales registrados en los sitios de aforo Yaque del Sur-1 y Boca de los Ríos.

Fuente: Elaboración propia, con datos del Departamento de Hidrología del INDRHI, 2007.

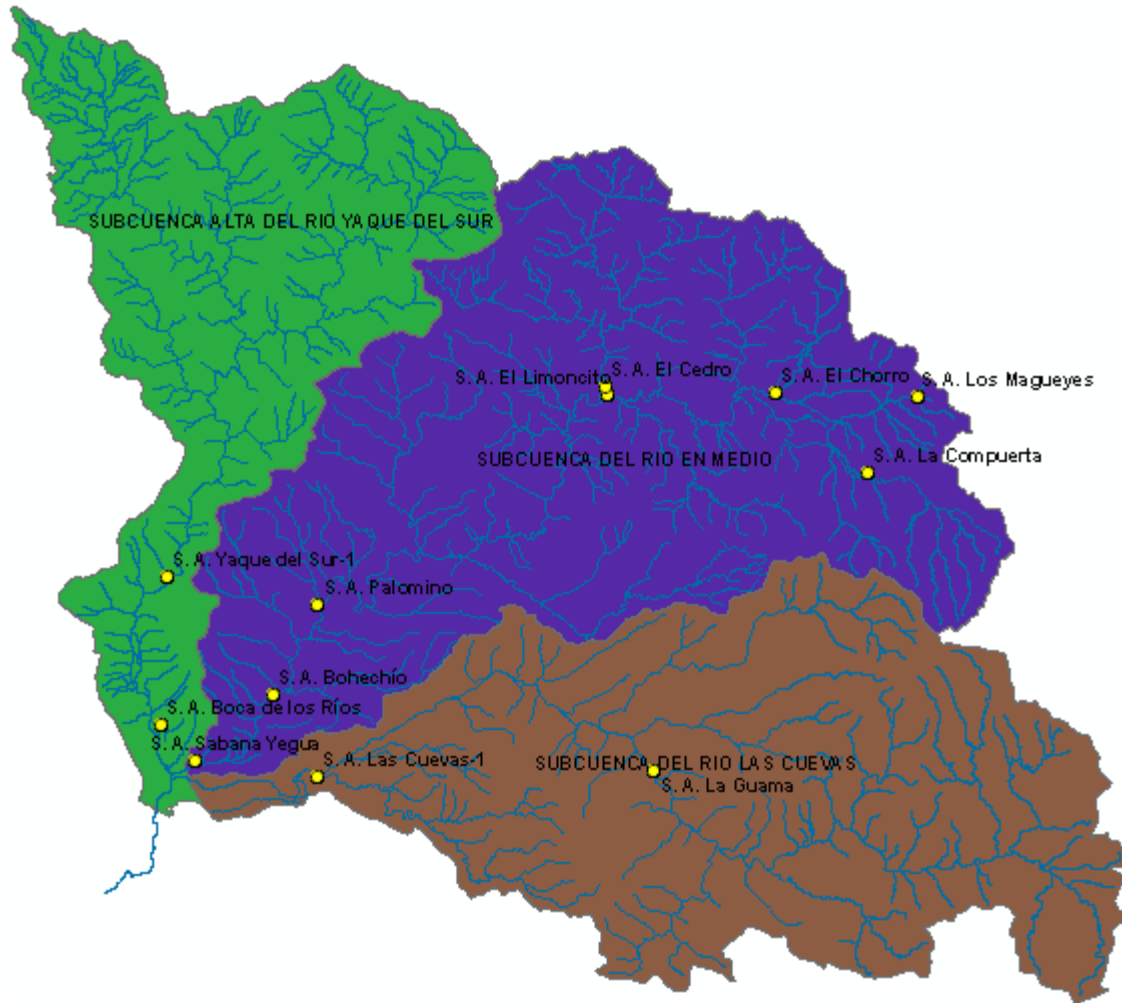


Figura 17.- Sitios de Aforo (S.A.) sobre la Cuenca Alta de la presa de Sabana Yegua.
 Fuente: Elaboración propia, con técnicas de SIG, 2007.

Escurrimiento total sobre la cuenca alta de Sabana Yegua

Al agregar los caudales instantáneos promedios mensuales y los promedios anuales observados en las estaciones de aforo más representativas de las subcuencas del río Las Cuevas, del río En Medio y Alta del río Yaque del Sur, se obtienen los caudales promedios mensuales y promedio anual para la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua, tal como se muestra en la Tabla No.15.

Tabla No. 15.-Caudales promedios mensuales y promedio anual, en m³/s, escurridos sobre la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Corriente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual Media
Río Las Cuevas*	5.19	3.50	2.67	3.07	7.37	4.80	3.68	3.82	3.48	Crecida	6.94	5.48	4.55
Río En Medio**	4.81	4.74	4.40	4.68	11.87	13.27	8.45	8.73	11.02	11.33	8.75	5.56	8.36
Río Yaque del Sur***	5.05	3.91	3.62	5.10	7.77	10.85	7.71	8.42	11.17	12.63	10.17	6.45	7.70
Total en la Cuenca	15.05	12.15	10.69	12.85	27.01	28.92	19.84	20.97	25.67	23.96	25.86	17.49	20.61

* En el sitio de aforo Las Cuevas-1.

** En el sitio de aforo Palomino.

*** En el sitio de aforo Boca de los Ríos.

Según estos datos, el escurrimiento superficial promedio anual sobre la cuenca es del orden de 20.61 m³/s, con un mínimo de 10.69 m³/s en marzo y un máximo de 27.01 m³/s en mayo. Este escurrimiento superficial representa una disponibilidad total de agua del orden de 650 millones de metros cúbicos (MMC), que genera la cuenca anualmente, para atender y satisfacer la demanda derivada de los diversos usos, mayormente agua para riego de cultivos agrícolas, consumo humano, generación hidroeléctrica, consumo animal, y otros usos.

En términos de las subcuencas, la del río En Medio es la que más escurrimiento superficial produce, en el orden de 8.36 m³/s = 263.6 MMC como promedio anual, luego la del río Yaque del Sur, con un promedio anual de 7.7 m³/s = 242.8 MMC, siendo la del río Las Cuevas la de menor aporte anual, con un promedio de 4.55 m³/s = 143.5 MMC.

En consecuencia, el aporte de agua promedio mensual y anual de cada una de las subcuencas que constituyen la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua, representa la disponibilidad para satisfacer la demanda de agua en los sectores de desarrollo localizados en las comunidades de Padre Las Casas, Las Lagunas, Las Cañitas, La Siembra, Guayabal, Bohechío, Los Fríos, Palero y Maldonado en Constanza.

En dichos sectores de desarrollo, se tratará de proponer medidas de ordenamiento del uso actual del suelo y el agua, con el propósito de preservar e incrementar la cobertura, forestal para favorecer la producción hídrica de la cuenca y mejorar el manejo del ambiente. Al mismo tiempo, se procurará mejorar los ingresos económicos de los comunitarios por compensación de servicios ambientales (CSA), dado que las personas que viven en ambientes frágiles, como las partes altas de las cuencas, tienen que ser diferentes y comportarse diferentes a otras que no habitan tales lugares, ya que tienen que adaptarse y cumplir con ciertas normas, que estimulan la conservación, el manejo sostenible y la producción de agua, las cuales las hacen merecedoras de su permanencia en ambientes tan frágiles, como las partes altas de las cuencas.

DEMANDA DE AGUA

Usos de agua generales

Las demandas y usos generales del agua que generan las subcuencas: alta del río Yaque del Sur, Del río En Medio y del río Las Cuevas, incluyen:

- a. Agua para riego de cultivos agrícolas.
- b. Agua para consumo humano.
- c. Agua para consumo animal.
- d. Agua para generación de energía eléctrica o hidroenergía.
- e. Pesca de especies fluviales y lacustres.
- f. Turismo y recreación.

De estas demandas, el uso de agua para riego de cultivos agrícolas es de gran importancia, por lo que a continuación, se trata en extenso para cuantificar el volumen de agua requerido para su satisfacción, y luego determinar cuanto representa esta demanda actual con respecto a la disponibilidad de agua de la cuenca, pero desagregada en términos de los escurrimientos superficiales aportados por los ríos Yaque del Sur alto, Grande o Del Medio y Las Cuevas.

Demandas de agua para riego

Las demandas de agua para riego, dependen de las necesidades hídricas de cada cultivo. Para satisfacer estas necesidades hídricas se calculan los volúmenes de agua necesarios para cada tipo de cultivo en las áreas de riego, mediante la realización de un balance hídrico agronómico promedio, partiendo de información sobre los suelos, clima y sobre todo las características de los cultivos.

Específicamente, el cálculo de las demandas de agua de cada cultivo por área, se basó en conocer; el área a regar, el programa de cultivos, el ciclo vegetativo de cada cultivo, las precipitaciones y demás aportes hídricos, y la eficiencia de aplicación de agua promedio de los sistemas y métodos de riego que se utilizan en los sectores agrícolas con cultivos bajo riego.

Uso Agrícola Actual: En Padre las Casas, existen pequeñas zonas cultivables en el entorno de los sistemas de riego de Padre las Casas I y II, al igual que en el sistema de riego Bohechío, con cultivos mixtos de tomate, tabaco, guandul, arroz, yuca, berenjena y habichuela. Áreas regadas con aguas superficiales provenientes del río las Cuevas. De esta manera se encuentran los siguientes tipos de uso agrícola de la tierra, con un índice de uso promedio de la tierra de 0.8 anualmente:

- a. Musáceas (plátano y guineo) y otros cultivos permanentes.
- b. Tomate en rotación con sorgo, maíz y otros cultivos.
- c. Habichuela en rotación con sorgo, maíz y otros cultivos.
- d. Melón en rotación con Sorgo, maíz y otros cultivos.

En la Tabla 16, se indican los cultivos principales, incluyendo su ciclo agrícola (siembra-cosecha), los cuales se realizan con fines comerciales cada año.

Tabla No. 16.- Calendario de los cultivos agrícolas de Padre Las Casas

Cultivos	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Arroz												
Maíz												
Plátano-Guineo												
Yuca												
Cebolla												
Pimientos												
Berenjena												
Maní												
Sorgo												
Habichuela												
Guandul												
Pasto												
Otros cultivos												
Fructíferas												
Batata												

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Así mismo, la Tabla 17, muestra los volúmenes unitarios de agua que pueden ser utilizados por cada cultivo, expresados en metros cúbicos por hectárea anualmente.

Tabla No. 17. Volúmenes de agua que pueden ser utilizados por los cultivos agrícolas en Padre las Casas.

Tipo de cultivo	Demanda de agua en: m ³ /ha/año	Tipo de cultivo	Demanda de agua en: m ³ /ha/año
Maíz	7919	Sorgo	6947
Arroz	8839	Cebolla	5409
Musáceas	13891	Maní	5973
Yuca	6892	Berenjena	7523
Frijol	3938	Batata	3938
Pimiento	7523	Otros	3938
Gandul	5454	Pastos	6912
Frutales	12146		

Una vez obtenidas las demandas de agua necesarias para cada tipo de cultivo, se elaboró el promedio del movimiento agrícola, considerando la superficie sembrada y aquella bajo siembra al final del año agrícola, lo que permitió calcular la superficie cosechada, los valores así obtenidos, se indican en la Tabla No 18.

Tabla No. 18.-Superficie promedio sembrada y cosechada en los dos últimos años en Padre las Casas.

Cultivos	Superficie en hectáreas		Cultivos	Superficie en hectáreas	
	Sembrada	Cosechada		Sembrada	Cosechada
Arroz flor	86	107	Pepino	6	12
Habichuela	229	233	Molondrón	0	1
Maíz	59	63	Otras hortícolas	12	8
Sorgo	0	1	Tabaco	3	4
Gandul	48	56	Lechosa	3	8
Maní	23	10	Aguacate	0	16
Plátano	3	9	Melón	14	18
Guineo	1	0	Cítricos	1	145
Yuca	72	76	Sandía	6	2
Batata	78	89	Mango	0	1
Cebolla	31	44	Coco	0	2
Ají	23	33	Sábila	6	3
Berenjena	18	12	Pastos Naturales	0	403

Total: Sembradas = 722 ha
Cosecha = 1,356 ha

Obtenidas las superficies de cultivos sembradas en la zona de riego, e identificada las superficies irrigadas, según se indica en el Cuadro 16, se calcularon las demandas de agua medias por hectáreas, obteniéndose el volumen total demandado por cada sistema de riego, según se muestra en la Tabla No. 19.

Tabla No 19. Superficies irrigadas en Padre Las Casas

Zona de Riego	Sistemas de Riego*	Superficie irrigada (ha)
Padre las Casas	Padre las Casas** I Padre las Casas II	924.23 121.59
	Bohechío	21.31
Total		1,067.13

* Con una cantidad total de usuarios de 612.

** Sistema de riego con una longitud de 5,156.1 metros

El área bruta dominada por los sistemas de riego de Padre Las Casas es de 3,198 hectáreas, con 612 usuarios, y con predios que varían entre 54 tareas y 109 tareas en tamaño.

Tabla No. 20.- Volumen total de agua demandada por cada sistema de riego

Zona de Riego	Sistemas de Riego	Superficie irrigada (ha)	Demanda media (m ³ /ha/año)	Volumen total (hm ³ /año)
Padre Las Casas	Padre las Casas I	924.23	6,541	6.05
	Padre las Casas II	121.59		0.79
	Bohechío	21.31		0.14
	Total	1,067.13	6.98	

En *Gajo de Monte*, los cultivos que predominan son guandul, habichuela, maíz, yuca y frutales, irrigados por gravedad y aspersión. En *Guayabal*, se cultiva café, guandul, habichuela, maíz y aguacate, bajo riego por gravedad y por micro-aspersión. En *Arroyo Cano*, se cultiva café, arroz, guandul, auyamas y pasto natural para ganadería, con riego por gravedad (superficial: en surcos, franjas y por inundación) y a presión (pequeñas áreas por aspersión y por goteo).

Dado que la eficiencia de aplicación de agua varía con el método, alcanzándose un 30% con la aplicación del agua en franjas, un 45% en surcos, un 65% en tazas inundadas, 75% en aspersión, 85% en micro-aspersión y 90% en goteo, se ha hecho una ponderación de la eficiencia de aplicación alcanzada en los sectores de riego, en función del área irrigada con cada método y/o sistema de riego con respecto al área total bajo riego. Así, se obtuvo una eficiencia de aplicación promedio de 35%.

Luego, de acuerdo con el Cuadro 17, al convertir la demanda actual total de agua para riego en escurrimiento instantáneo, considerando la eficiencia de aplicación promedio de 35%, se obtuvo un caudal de 593 litros por segundo, equivalente a 0.593 m³/s, muy inferior al caudal instantáneo promedio mensual mínimo observado en los ríos Las Cuevas y Del Medio, respectivamente. Consecuentemente, esta demanda bruta total equivale a un caudal instantáneo medio unitario de 0.59 litros por segundo por hectárea.

Alternativas de requerimientos de agua en los sectores del proyecto

El reordenamiento del uso del suelo, favoreciendo la cobertura en la cuenca para disminuir la degradación del suelo, por efecto de la erosión, y propiciar la producción de agua, debe tomar en cuenta el tipo de método y sistema de riego a utilizar para aplicar agua a los cultivos en los sectores de riego de las comunidades objeto de desarrollo, ya que cada sistema de riego, por su naturaleza y modo de operación tiene asociada una eficiencia de aplicación y una demanda unitaria, tal como se indica en la Tabla No. 21.

Tabla No. 21.- Demanda unitaria de agua de sistemas de riego típicos

Método de riego	Sistema de riego	Eficiencia de aplicación (%)	Demanda unitaria (l/seg ha)
Por gravedad	Franjas	30	2.66
	Surcos	45	1.77
	Inundación	65	3.25
A presión	Aspersión	75	1.12
	Micro-aspersión	85	0.89
	Goteo	90	0.45

Fuente: Elaboración propia, a partir de información técnica sobre sistemas de riego, 2007.

Al favorecer el uso de los sistemas a presión, particularmente los que aplican el agua de manera localizada, como micro-aspersión y goteo, se logra satisfacer la demanda hídrica del cultivo con la mínima aplicación posible de agua al suelo, propiciando la infiltración y minimizando el escurrimiento superficial, y por consiguiente disminuyendo el arrastre y la pérdida de suelo y nutrientes por efecto de la erosión hídrica.

Estos sistemas de riego son muy eficientes y de baja intensidad en cuanto a demanda de agua para su operación, lo que también significa una ventaja importante desde el punto de vista de su escogencia cuando se trata de zonas con potencial agrícola, pero limitadas por fuentes de agua de pequeña capacidad de aporte.

Del análisis del relieve, en el estudio geomorfológico, para cada sector, se ha procedido a seleccionar las áreas con pendientes en el rango de 0 a 4% para plantear alternativas de requerimientos de agua, considerando la utilización de métodos de riego por gravedad y a presión, basado en la tabla 21. Los resultados se muestran en la Tabla No. 22.

Tabla No. 22.- Alternativas de requerimiento de agua en los 9 sectores de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Sectores	Pendiente (%)	Área (ha)	Riego por gravedad			Riego a presión		
			Franjas	Surcos	Inundación	Aspersión	Micro Aspersión	Goteo
			Demanda unitaria, l/seg ha					
			2.66	1.77	3.25	1.12	0.89	0.45
Caudal requerido, en litros por segundo								
La Siembra	0 - 4	23	61.18	40.71	74.75	25.76	20.47	10.35
Los Fríos	0 - 4	51	135.66	90.27	165.75	57.12	45.39	22.95
Las Lagunas	0 - 4	63	167.58	111.51	204.75	70.56	56.07	28.35
Las Cañitas	0 - 4	71	188.86	125.67	230.75	79.52	63.19	31.95
Maldonado	0 - 4	146	388.36	258.42	474.50	163.52	129.94	65.70
Guayabal	0 - 4	179	476.14	316.83	581.75	200.48	159.31	80.55
Padre Las Casas	0 - 4	577	1,534.82	1,021.29	1,875.25	646.24	513.53	259.65
Palero	0 - 4	745	1,981.70	1,318.65	2,421.25	834.40	663.05	335.25
Bohechío	0 - 4	747	1,987.02	1,322.19	2,427.75	836.64	664.83	336.15
El Coco	0 - 4	809	2,151.94	1,431.93	2,629.25	906.08	720.01	364.05
Total		3,411	9,073.26	6,037.47	11,085.75	3,820.32	3,035.79	1,534.95

Fuente: Elaboración propia, a partir de análisis de pendientes e información técnica sobre sistemas de riego, 2007.

Según los resultados del Cuadro 19, se debe promover la incorporación de sistemas de riego a presión, fundamentalmente micro-aspersión y goteo, dado que se adaptan bien en suelos con relieve irregular, y por que el requerimiento de agua para riego es menor. Estos sistemas de riego son generalmente muy eficientes, con los cuales se evitaría el despilfarro de agua, la cual es escasa y mal distribuida en términos del ciclo hidrológico, en cada uno de los sectores de la cuenca alta de Sabana Yegua.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA ALTA DE LA PRESA DE SABANA YEGUA

División y superficie

Para analizar la situación actual de la cuenca (conservación y deterioro), se dividió en subcuencas y microcuencas, sobre el mapa topográfico a escala 1:50,000, delimitando y calculando las áreas, aplicando técnicas de sistema de información geográfica (SIG), tal como se indica en la Tabla No. 23, a continuación.

Tabla No. 23.- Superficie de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua agregada por subcuenca y microcuenca.

Área de Estudio	Subcuenca	Superficie (ha)	Microcuenca	Superficie (ha)
Cuenca Alta de la Presa de Sabana Yegua	Río Yaque del Sur	39,398.6	Cuenca alta del río Yaque del Sur	12,549.4
	Río Grande del Medio	68,912.9	Cuenca baja del río Grande del Medio	34,952.8
			Río Yaquesillo	10,694.3
			Cuenca alta del río Grande del Medio	23,265.8
	Río Las Cuevas	58,574.3	Cuenca baja del río Las Cuevas	16,048.4
			Río Guayabal	6,805.6
			Cuenca alta del río Las Cuevas	35,720.3
Total		166,885.8		166,885.8

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Situación de los cauces principales

La situación actual de los tres ríos principales de la cuenca y sus afluentes importantes, hasta la desemboca en el lago de la Presa de Sabana Yegua, se indica en la Tabla No. 24.

Tabla No. 24.- Situación actual de los principales cauces de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Río	Ancho (m)	Estado de Agua		Pendiente Promedio (%)	Escala de Erosión Ribereña (m)	Profundidad de Sedimentos Inestables en Lecho	Observación
		Nivel de agua (m)	Profundidad (m)				
Yaque del Sur	60~150	9~12	0.40~0.55	4.5	Longitud: 1,200 Altura: 1.5-4.0	Más de 1 m	Fueron destruidas 5 casas y terrenos agrícolas situados a lo largo del río en La Guama por la inundación producida por el Huracán Georges.
Blanco	-	-	-	4.5	Longitud:		
Grande del Medio	60~80	10~15	0.25~0.45	2.4	Longitud: Altura:	Menos de 1 m	
Yaquesillo	20~22	3.0~3.5	0.20~0.30	2.5	-	No hay	
Las Cuevas	60~80	12~15	0.20~0.25	2.4	Longitud: Altura:	Más de 1 m	
Guayabal	20~30	3.5~5.0	0.2	2.3	Longitud: Altura:	No hay	

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Densidad de valle

La densidad de valle tiene una relación estrecha con el basamento geológico que forma la topografía. Si es grande la densidad de valle, aumentan los derrumbes y la cantidad de pérdida de tierras y arenas. Por eso, esta densidad es considerada como uno de los indicadores que expresan el grado de erosión por la corriente. La densidad de valle para la cuenca alta de Sabana Yegua es de 9.3 km/km². Con respecto a las tres subcuencas, la que tiene la densidad más alta es la de Yaque del Sur con un valor de 10.4 km/km² y entre las microcuencas, la del río Blanco es la más alta con un valor de 12.3 km/km², tal como se muestra en la Tabla No. 25.

Tabla No. 25.- Densidad de valle de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua

Subcuenca	Microcuenca	Superficie (km ²)	Longitud total de valle (km)	Densidad de valle de la cuenca (km/km ²)*
Subcuenca Alta del Río Yaque del Sur	Baja del río Yaque del Sur	14.5	137	9.4
	Río Blanco	12.3	151	12.3
	Alta del río Yaque del Sur	12.5	122	9.7
	Subtotal	39.4	410	10.4
Subcuenca del Río Grande del Medio	Baja del río Grande o del Medio	34.9	330	9.4
	Río Yaquesillo	10.7	102	9.5
	Alta del río Grande del Medio	23.3	215	9.2
	Subtotal	68.9	647	9.4
Subcuenca del Río Las Cuevas	Baja del río Las Cuevas	16.0	130	8.1
	Río Guayabal	6.8	45	6.6
	Alta del río Las Cuevas	35.7	327	9.2
	Subtotal	58.6	502	8.6
Total de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua		166.9	1,559	9.3

* = Valor resultante del cálculo de dividir la longitud total de valle por la superficie de la cuenca.

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Zonas de vidas

A continuación y tomando como referencia al mapa anexo, algunos detalles de las zonas de vidas en las tres subcuencas:

a) Yaque del Sur:

- El bosque muy húmedo montano bajo, ocupa la mayor extensión, esto es 15,484 ha equivalente al 38.82% del área total de la subcuenca que es de 39,891 ha.
- Las zonas de vidas correspondientes a bosque muy húmedo montano, bosque húmedo montano bajo y bosque seco subtropical ocupan: 9,002 ha (22.57%); 6,885 ha (17.51%) y 4,307 ha (10.80%) respectivamente.
- Las áreas correspondientes al bosque húmedo subtropical y bosque húmedo de transición a bosque pluvial montano bajo es de: 4,111 ha (10.31%) y 2.00 ha (0.01%) respectivamente.

b) Grande o del Medio:

- El área total en esta subcuenca es de 68,545 ha. El 94.84% del área total es ocupado por las siguientes zonas de vidas: bosque húmedo montano bajo 34,060 ha (49.69%); bosque muy húmedo montano bajo 18,202 ha (26.55%); bosque húmedo subtropical 7,475 ha (10.91%) y bosque seco subtropical 5,271 ha (1.34%).
- El resto de las zonas de vidas presentes ocupan el 5.16% del área total. Estas son: bosque húmedo de transición a bosque seco subtropical 920 ha (1.34%); bosque muy húmedo a transición a bosque pluvial montano bajo 899 (1.31%); bosque muy húmedo montano 815 ha (1.19%); bosque húmedo de transición a bosque seco montano bajo 570 ha (0.83%) y bosque pluvial montano bajo 333 ha (0.49%).

c) Las Cuevas:

- El área total que ocupan las zonas de vidas es de 58,211 ha. El bosque húmedo montano bajo ocupa el 58.61% esto es 34,115 ha.
- Luego le siguen: bosque húmedo subtropical 8,819 ha (15.15%); bosque muy húmedo montano bajo 8,089 ha (13.90%); bosque muy húmedo montano 1,307 ha (2.25%); bosque húmedo de transición a bosque muy húmedo montano bajo 785 ha (1.35%) y bosque húmedo de transición a bosque seco subtropical con 28 ha equivalente al 0.05% del total.

Geología

Los materiales geológicos de las cuencas hidrográficas que drenan sus aguas a la Presa de Sabana Yegua son predominantemente naturaleza ígnea. Rocas volcanoclásticas de la Formación Tireo Inferior compuestas de tobas y brechas con intercalaciones subordinadas de coladas andesíticas del cretácico superior se localizan hacia el flanco norte del área de estudio, cubriendo gran parte de la cuenca del río Grande o Del Medio. Se localiza entre la zona de Gajo de Monte hasta la Loma de los Camarones en dirección Norte-Sur y desde las inmediaciones del Valle de Constanza hasta Gajo del Dulce en rumbo Este-Oeste.

Se observan intrusiones más puras de coladas de andesita y basalto hacia los nacimientos de los ríos Yaque del sur y Yaguesillo y de tobas, brechas y lavas riolíticas hacia la Loma Vieja y Loma del Hoyazo. Otro elemento geológico a destacar es la presencia de una facie de la Formación Tireo compuesta de tobas, brechas y lavas riolíticas y dacíticas, visibles en la Loma del Medio, Los Magueyes y Sabana de Los Perros. En la parte más septentrional de la cuenca se presenta el Batolito del Río, compuesto de tonalita, leucotonalita y trondjemita y hacia el límite oeste con la cuenca del río Yaque del Sur se observan tobas, brechas y rocas volcanoclasticas andesítico-dacítica separadas de una franja de calizas tableadas por una falla de cabalgamiento de dirección Noroeste-Sureste.

Hacia la parte baja del curso del río, cerca de Palomino, se presenta una alternancia rítmica de margas y areniscas de la Formación Ventura junto a calizas tableadas blancas de la Formación Jura que se separan por una gran falla de cabalgamiento, dentro de lo que se ha denominado el Cinturón de Peralta. Es notable también la presencia de conglomerados con intercalaciones de arcillas pertenecientes a la Formación Arroyo Seco en la zona de Bohechio y conglomerados de tono oscuro y margas de la Formación Arroyo Blanco en Los Cercadillos y La Hoya.

Depósitos de deslizamiento de arcilla, cantos y bloques se encuentran distribuidos en toda el área de influencia de la cuenca hidrográfica del río Grande o del Medio, especialmente hacia la parte sur, cerca del cauce principal. Se destacan dentro de estas, las áreas de El Montazo, El Hoyaso, Los Aquelles, La Majeguita y Los Vallecitos. Otros depósitos de laderas y coluviones de cantos, arenas y arcilla con matriz mas gruesa se encuentran colgados en los bordes de fallas localizadas mas al norte de la cuenca. Cerca del nacimiento del río Yaque del Sur se observa un gran deposito aluvial de grava, arena y limo en el fondo de un valle fallado y al pie de un domo volcanoclástico donde cuelgan varios deslizamientos de materiales coluvio-aluviales. La morfología de este deposito indica la existencia de un lago natural, anterior al relleno actual.

El valle intramontano de Constanza es la zona de deposito mas importante de la cuenca. Grava, arcilla y arena constituyen la matriz de los materiales que rodean el valle y se deslizan desde las laderas. Hacia el centro de esta misma unidad se encuentra un deposito lacustre de limo oscuro, arcillas y cantos y en el área de El Gramoso se observa una intrusión de la Formación Tireo Inferior formada por alternancia de caliza, lutita, margas, areniscas y turbiditas tobaceas; mezcladas con rocas volcanoclasticas de la formación de la Formación Tireo.

La cuenca del río Yaque del Sur presenta una secuencia estratigrafica y litologica similar a la cuenca del río Grande o Del Medio. Rocas volcanoclásticas de la Formación Tireo compuesta de tobas y brechas con intercalaciones subordinadas de coladas andesíticas del cretácico superior localizándose hacia el flanco norte en la Loma de Benito, Loma La Lagunita y Gajo del Higo. En la misma área se observa una clara intrusión de tonalita en el Gajo del Toro y la Loma de Las Zarzas.

Hacia la parte media del curso del río, entre la Loma del Gajo Mulato y El Mogote de los Cueros hasta el poblado de Arroyo Cano, se presenta la alternancia rítmica de margas y areniscas de la Formación Ventura y la Formación Ocoa, junto a calizas tableadas blancas de la Formación Jura que se separan por una gran falla de cabalgamiento, dentro de lo que se ha denominado el Cinturón de Peralta.

En la parte mas baja, hacia el lago de la presa se observa la presencia de conglomerados con intercalaciones de arcillas pertenecientes a la Formación Arroyo Seco en la zona de Loma Vieja en mezcla conglomerados de tono oscuro y margas. Depósitos de laderas y coluviones de cantos, arenas y arcilla con matriz gruesa se encuentran colgados en los bordes de fallas que definen el curso medio y bajo del río, observables en las localidades de La Guama, El Palmar y El Coco. Materiales de arena y grava de matriz más gruesa se presentan en el cauce actual del río, cerca de su desembocadura al lago de la presa.

En la cuenca del río Las Cuevas los materiales geológicos son predominantemente sedimentarios. En el centro-norte de la cuenca se presenta una gran unidad de cantos y bloques en matriz areno-arcillosa de la Formación Arroyo Seco, que cubre desde las inmediaciones de Guayabal hasta El Candeloncito y La Cahobita en dirección Este-Oeste y desde Gajo de la Piedra hasta Monte Bonito en dirección Norte-Sur.

Al Oeste y al Sur de esta unidad se presentan calizas tableadas blancas de la Formación Jura visibles en la Loma de La Naranja, El Cerro de Guillen, Loma de la Canelilla y la Loma de Las Guiras; combinadas con margas y areniscas de la Formación Ventura que afloran desde las inmediaciones del poblado de Padres Las Casas hacia el Firme de Los Calimetes, dentro del denominado Cinturón de Ventura y en los alrededores de Guayabal. Desde Monte Bonito a la Loma Los Piquitos se observa una intrusión de traquiandesitas y dacitas, que también aparece al Oeste en la Loma de Castillo y se extiende en forma masiva hacia la cabecera del Arroyo Guayabal y Sabana Queliz. Hacia el límite con la cuenca del río Nizao se localizan conglomerados polimicticos masivos pertenecientes a la Formación Ocoa. También se encuentra una intrusión de basalto en el Cerro Escondido, al Oeste de la cuenca, en contacto con margas marrones intercaladas rítmicamente con areniscas, calcarenitas y fangos ocreos con niveles centimétricos y decimétricos de turbiditas calcareas y siliciclastica de la Formación El Número, en toda la margen oriental del curso alto del río Las Cuevas.

Depósitos de laderas y coluviones de cantos, arenas y arcilla con matriz gruesa se encuentran colgados en los bordes de fallas localizadas a todo lo largo del cauce, como en el poblado de La Siembra, donde también se observan gravas y arenas en terrazas y en los valles aluviales, bien notables en las proximidades del poblado de Padre Las Casas. Hacia el Sur-Oeste y próximo al lago de la presa se encuentran conglomerados de tono oscuro y margas de la Formación Arroyo Blanco, mezcladas con calizas arrecifales, cantos y bloques de calizas fosilíferas y margas, visibles en toda el área de nacimiento del Arroyo Salado. Es importante destacar la ocurrencia de fondos endorreicos rellenos de arcilla y limo, en la zona de Las Lagunas, mezclados en algunos casos con arena fina y materiales orgánicos.

Geomorfología

Las cuencas de los ríos Grande o del Medio, Yaque del Sur y Las Cuevas se ubican en toda su extensión en la Cordillera Central, concretamente en el llamado Macizo Central, constituyendo una de las zonas con cotas más elevadas de la isla. Una parte de su superficie alcanza altitudes entre los 1500 y 2000 msnm.

Hacia el flanco norte, la cuenca del río Grande presenta relieve muy abrupto, de muy difíciles accesos y con fuertes pendientes, en donde casi el 100% de la superficie supera pendientes del 30%. En el extremo NO se encuentra el pico más elevado, con 2731 m.; junto a este pico está el Gajo de la Pelona con 2549 m. Otros picos con cotas por encima de los 2000 m. son; la Loma de Los Camarones (2349 m.), Pico de Piedra (2144 m.), Loma de La Tasajera (2142 m.), La Ciénaga (2100 m.). Hacia en centro de la cuenca solamente superan los 2000 m. los picos Alto del Escuchadero (2229 m.). Otros picos de importancia son la Loma Sito Grande (1759 m.), el Alto de Marciliano (1900 m.) y la Loma Mata de Café (1900 m.).

Las cotas más bajas corresponden a los fondos de valle que aparecen muy encajados, encontrándose el punto más bajo en la parte Sur de la cuenca con 590 m. Zonas relativamente llanas y topográficamente más bajas que las áreas circundantes son los pequeños valles de El Tetero y La Culata y el extremo occidental del valle de Constanza. Otras áreas relativamente llanas se distribuyen por toda la cuenca en forma de terrazas colgantes, mesetas y depósitos coluvioaluviales que en muchos casos alcanzar dimensiones de importancia.

Análisis morfológico Río Grande

Desde un punto de vista morfoestructural la cuenca está fuertemente influenciada por la Formación Tireo que consiste en un conjunto de rocas volcanoclásticas e ígneas con intercalaciones esporádicas de niveles sedimentarios, que constituyen gran parte de los relieves de la Cordillera Central. Presenta en su superficie aflorante de una manera muy mayoritaria niveles constituidos por rocas volcanoclásticas, consistentes fundamentalmente en tobas submarinas de composición andesítica, en series muy potentes. Son rocas resistentes a la erosión, siendo éste uno de los factores, que unido a otros da lugar a la formación de fuertes pendientes. Esta homogeneidad, monotonía y apariencia masiva del sustrato, condiciona en gran medida la relativa uniformidad del paisaje, que, como se ha indicado ya consiste en un relieve muy abrupto, con laderas de fuertes pendientes, abundantes aristas y líneas de cumbre ocupadas por restos de superficies de erosión y una red hidrográfica marcadamente dendrítica.



Figura 18. Relieve abrupto con laderas fuertemente inclinadas

Más que por la litología del sustrato, el relieve está condicionado por la estructura. Así existen una serie de cabalgamientos y fallas con direcciones aproximadas E-O que van girando hasta direcciones NO-SE, cuya zonas de debilidad han aprovechado los cursos de agua para discurrir, obteniéndose así valles muy encajados a los que a su vez vierten pequeños arroyuelos o líneas de incisión que también se disponen a lo largo de líneas de falla normales de direcciones NNE-SSO y NNO-SSE.

El Grupo Peralta asoma en dos afloramientos, uno de ellos correspondiente a las calizas tableadas de la Formación Jura, al sur de aquella, que destacan como un inselberg de los relieves circundantes. El volcanismo cuaternario está muy escasamente representado. Solo se encuentra un afloramiento con representación geomorfológica consistente en varios centros de emisión y unas coladas de composición andesítica que se localizan hacia el SE, en el área de El Vallecito, donde los centros de emisión ocupan el pico de El Mogote y las coladas, de tipo intracanyo discurren por el denominado Vallecito.

Los depósitos cuaternarios son los que ocupan las zonas más deprimidas de la cuenca, salvo los deslizamientos que se suelen disponer a media ladera, y algunos coluviones. La red hidrográfica presenta cursos encajados y estrechos caracterizando áreas de cabecera. Es muy frecuente que los arroyos no presenten depósitos de fondo de valle, y cuando lo hacen su presencia es poco significativa. El trazado de la red, como se ha apuntado presenta un fuerte control estructural.

En el área de La Culata al E de la cuenca y en el valle de Tetero al N de la misma, los depósitos aluviales adquieren alguna mayor relevancia. Lo mismo ocurre con el extremo occidental de la Cuenca de Constanza. A lo largo del río aparecen mínimos retazos de terrazas altas o medias y bajas a ambos márgenes del mismo. Se puede decir lo mismo del río Yaque del Sur. No obstante la presencia de depósitos detríticos cuaternarios es francamente irrelevante, dado el continuo rejuvenecimiento del relieve.

Las formas relacionadas con procesos endógenos juegan un papel destacado en el relieve de la cuenca. Las ligadas al volcanismo cuaternario son irrelevantes, pues se restringen a un pequeño afloramiento hacia el So de la zona de estudio. Sin embargo, las formas de origen estructural se puede decir que marcan en gran medida el estilo de relieve predominante.

Las manifestaciones volcánicas más recientes existentes en la cuenca están relacionadas con la denominada región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama, que constituye una franja de unos 30 km de anchura que se extiende en dirección NE-SO desde el valle de Constanza hasta la cuenca de Azua-San Juan. Desde el punto de vista morfológico se han distinguido tres centros de emisión que ocupan el cerro denominado El Mogote y unas coladas con indicación de la dirección de flujo que se deslizan por el valle rellenándolo y adaptándose a la topografía previa.

Las formas estructurales con mayor presencia en la cuenca son las fallas con expresión morfológica. Bajo este epígrafe están también incluidas otras estructuras como los cabalgamientos. La estructura de la Fm. Tireo está definida por una serie de cabalgamientos de edad Eocena (Lewis et al., 1991) que delimitan escamas o imbricaciones internas y por un plegamiento relacionado con el desarrollo de éstas. Alguno de estos cabalgamientos se dispone con una dirección E-O y vergencia Sur, muy al E de la cuenca. Avanzando hacia el Oeste y Sur de la misma, esta dirección va

girando hasta adquirir direcciones generalizadas NO-SE. Estos accidentes condicionan a gran escala la disposición general del relieve y en algunos casos concretos, sobre todo al SO de la misma, algunos arroyos aprovechan estas estructuras para discurrir por ellas.

A partir del Mioceno Superior comienza a funcionar en la isla una tectónica de fallas de desgarres durante la cual rejuegan algunas fallas importantes preexistentes y se crean otras nuevas que se traducen en fallas de dirección aproximada E-O, que a menudo se convierten en direcciones ONO-ESE y OSO-ENE y en otro grupo de fallas norteadas o NNO-SSE y NNE-SSO que particularmente en la parte Oeste son más abundantes y significativas, especialmente las de dirección NNO-SSE. Muchos pequeños arroyos llevan estas direcciones, sobre todo en esta zona, pero también a lo largo de toda ella. Otros arroyos más significativos también llevan un control estructural como el arroyo Pajarito del Sur, Valle del Tetero, Arroyo El Montazo, Arroyo Pietro, Arroyo Pozo del Muerto, etc.

En muchas ocasiones el trazado de las fallas no se puede observar debido al recubrimiento por depósitos fluviales en los fondos de valle, aunque el recorrido rectilíneo del valle evidencia la existencia de un accidente estructural, en cuyo caso se ha distinguido como falla supuesta con expresión morfológica. Raramente las aristas de los interfluvios coinciden con un accidente tectónico, pero en algún caso han sido distinguidas.

Modelado del Paisaje de Río Grande

Deslizamientos: aparecen de manera dispersa en cualquier parte de la cuenca, aunque en la mitad Noreste son mucho menos frecuentes, esto fundamentalmente se debe a que en esta parte de la cuenca el relieve es relativamente más suave y, sobre todo, a que el sustrato es granítico y su tipo de alteración "lehm granítico" no favorece en principio los deslizamientos. En la parte Meridional y Oeste los deslizamientos se dan mayoritariamente en la Formación Tireo y dentro de la misma en las unidades cartográficas constituidas fundamentalmente por rocas volcanoclásticas. Se ha diferenciado únicamente un tipo de deslizamiento, el desarrollado por gravedad que se describe seguidamente. Se han observado también deslizamientos por reptación, pero no de dimensiones mapeables.

Los deslizamientos por gravedad son poco abundantes, localizándose en laderas con fuertes pendientes. Su litología suele consistir en bloques, cantos y arcillas producto de la disgregación de las rocas volcanoclásticas, fundamentalmente tobáceas, de la Formación Tireo. Las fuertes pendientes y la componente arcillosa favorecen la formación de estos deslizamientos; en algunos casos además pueden estar favorecidos por la presencia de algún accidente tectónico que en ocasiones da lugar fácilmente a la formación de la cicatriz de deslizamiento. Los bloques pueden alcanzar tamaños de 1-2 m. y la potencia de los deslizamientos es muy variable. Según la entidad del mismo, pudiendo ir desde 2 m. en la zona de cabecera hasta los 25-30 m. en la parte basal. Su extensión en planta puede casi alcanzar los 2 km². Por sus dimensiones son destacables el deslizamiento de El Montazo al SO, el de El Hoyaso, cerca de El Tetero, a el de la Loma Sito Grande en las proximidades del Río Grande.

Deslizamientos puntuales se encuentran muchos a lo largo de la cuenca, pero no son mapeables a la escala de trabajo. Únicamente se han distinguido en la zona de El Firme del Cano, al N del área de estudio, por ser más abundantes.

Los coluviones son muy escasos y no suelen adquirir dimensiones cartografiables a pesar de las fuertes pendientes; quizá se deba a la fuerte capacidad erosiva de las vertientes. Aparecen de forma muy dispersa, con espesores muy reducidos que como mucho alcanzan los 3-4 m. Su litología depende directamente de la existencia en la ladera donde se originan y su granulometría está constituida por cantos heterométricos englobados en una matriz areno-arcillosa. Como ejemplo se pueden citar los afloramientos que aparecen en las laderas del Valle de El Tetero.

Las formas fluviales con acumulación de depósito que se han distinguido en la cuenca corresponden a los fondos del valle, terrazas altas o medias y bajas, y conos de deyección.

Los fondos del valle representan los depósitos que mantienen una relación más directa con los cauces actuales. Muestran una importante extensión longitudinal en comparación con su anchura, incluso longitudinalmente también sus afloramientos son muy escasos y poco potentes, lo que pone de manifiesto la fuerte capacidad erosiva de la red. No obstante estos depósitos suavizan ligeramente los fondos de los valles en comparación con la fuerte incisión observable en el resto de la red donde aquellos no aparecen.

Los depósitos más significativos se encuentran en el propio curso del río En Medio. Las litologías de los diferentes elementos granulométricos están directamente relacionadas con las rocas por donde discurren los cursos de agua. De este modo la litología dominante son los términos volcanoclásticos de la Formación Tireo a la que se suman fragmentos de rocas tonalíticas, rocas plutono-volcánicas o calizas de la Formación Jura. En su granulometría predominan las gravas gruesas o cantos que van desde 6 a 25 cm, pero también son relativamente frecuentes los bloques, que pueden alcanzar hasta 1-1.5 metros y por supuesto las gravas más finas o arenas gruesas. Las gravas suelen presentar bordes redondeados o subredondeados, mientras que los bloques muestran bordes subredondeados o subangulosos. La potencia es muy variable y difícilmente observable, los valores medios pueden ser de 1-2 metros, alcanzando muy raramente los 3-4 metros.

Mención aparte merecen las pequeñas cuencas de La Culata y El Valle de El Tetero, en donde la proporción de fracciones finas (limos, arcillas y arenas) es muy superior a la de gravas o cantos y los depósitos se presentan tapizando laderas con una morfología muy suave y valles muy amplios.

Las terrazas, casi inexistentes se localizan a ambos lados del Río En Medio. Se han distinguido dos grupos: altas-medias y bajas. Las primeras corresponden a unos pequeños retazos de depósitos situados en cotas de +40 metros sobre el cauce, en la zona de El Gramoso-Hondo Valle, que se corresponden con otras pequeñas "hombreras" o replanos, que parecen significar terrazas erosivas, no cartografiables. Son depósitos de gravas y arenas, heterométricas de 1-2 metros de potencia, en donde predominan las litologías de los términos volcanoclásticos del Grupo Tireo. Las terrazas bajas se localizan sobre todo en el Río En Medio en sus proximidades al río Yaquesillo. Consisten en gravas gruesas, fundamentalmente, junto con arenas subordinadas y bloques aislados. Su litología consiste sobre todo en rocas volcanoclásticas del Grupo

Tireo, junto a tonalitas y a calizas de la Formación Jura. Se observan imbricaciones de cantos y bases erosivas y canalizadas

Los conos aluviales han sido distinguidos exclusivamente en los bordes del extremo occidental de la cuenca de Constanza. Su potencia es de 10-15 metros, estando constituidas por niveles de gravas, con alternancia de otros de arena y de arcilla.

Entre las formas erosivas destacan las directamente relacionadas con el encajamiento de la red. La incisión lineal es muy llamativa dando lugar a una red muy encajada, en la mayoría de los casos sin depósitos, con valles en V de pendientes muy acusadas, que casi siempre superan el 30%, y a menudo alcanzan cientos de metros. La red es de carácter dendrítico y en muchas ocasiones las líneas de incisión son rectilíneas debido a su adaptación a fallas preexistentes.

Los interfluvios adoptan formas consecuentes con el tipo de red descrita. De este modo la gran mayoría de ellos salvo las grandes aristas o los grandes interfluvios, ocupados por retazos de superficies de erosión, están definidas por aristas, más pronunciadas y agudas cuanto mayor es el grado de incisión, que habitualmente es importante.

En algunos puntos dispersos se han distinguido saltos de agua donde los cursos de arroyos y ríos sufren desniveles importantes. Con relativa frecuencia estos saltos parecen corresponderse con la presencia de fallas, como es el caso de El Salto, justo en el extremo occidental del valle de Constanza, también el extremo occidental del valle de la Culata o los encontrados en el paraje de El Vallecito.

Las formas de acumulación de origen poligénico están representadas por los glacis y los depósitos de tipo aluvial-coluvial. Salvo un mínimo afloramiento en el borde oriental de la zona de estudio el único depósito de glacis destacable es el que se encuentra en el interfluvio entre el Río Grande y el Arroyo Limoncillo. Su potencia puede oscilar entre 35 y 40 m. Litológicamente está constituido por niveles con predominio de grava y/o arenas que alternan con otros ricos en limo y arcilla.

Los depósitos de tipo aluvial-coluvial que se han diferenciado como tales están también muy escasamente representados. En la parte oriental de la cuenca se encuentra un pequeño afloramiento en la zona de Los Corralitos y hacia el centro en las zonas de El Tetero- Las Cañitas y Sabana Andrés. Se trata de depósitos aluviales de morfología plana, generalmente de granulometrías finas, que se indentan insensiblemente con depósitos de origen coluvial de muy baja pendiente. Sus potencias oscilan entre 1-2 metros y su granulometría está constituida por limos, predominantes, arenas y arcillas con una proporción variable de gravas de tamaño medio.

Las superficies de erosión constituyen una de las formas no deposicionales más característica de origen poligénico que se distribuyen por la cuenca. Desde el punto de vista de la superficie ocupada por las mismas, no son formas muy significativas pues

ésta es muy pequeña, ya que siempre se disponen como unidades relictas muy desmanteladas ocupando las líneas de cumbres. Así, su aspecto es el de franjas muy estrechas que destacan en el horizonte. En líneas generales las cotas a las que se sitúan las superficies oscilan entre los 1800-2000 m. aunque también se han encontrado a 2500 m. o a 1200 m. Con los datos disponibles hasta ahora no es fácil decidir si existió un único episodio erosivo, y los escalones en la superficie son debidos a la tectónica, o si existieron varios episodios.

En la mitad septentrional destacan las superficies de la Loma Las Zarzas y la Loma Alto del Valle con 1800-1900 m de altitud o el Firme de los Cayetanos con 1800-1900 m. Hacia el centro la superficie de Loma El Hoyazo con 1900m. y al sur la Loma Sito Grande. Por último se pueden citar las superficies del SO, con 1200 m. de cota aproximadamente, o las del ángulo NO con 2400-2500 m. de altitud.

Muy directamente relacionadas con las superficies de erosión se encuentran los inselbergs que constituyen cerros aislados de formas cónicas o subpiramidales que destacan como relieves relictos sobre las superficies de erosión. Entre otros se pueden citar los del Alto del Escuchadero, Loma Tasajera, Alto de la Tima, Loma los Camarones o el Pico de la Piedra. También se presentan grandes aristas como crestas de mayor continuidad, a favor de las cuales se desarrollan generalmente las principales líneas de cumbres.

Análisis orográfico Cuenca Río Yaque del Sur

La geomorfología de la cuenca del río Yaque del Sur tiene una extraordinaria similitud orográfica y morfológica con la cuenca del río Grande o del Medio, al punto de que la mayoría de las formaciones geológicas y procesos formadores actuaron en igual medida en ambos sectores hidrológicos. Hacia el flanco norte, la cuenca presenta relieve muy abrupto, de muy difíciles accesos y con fuertes pendientes, en donde casi el 100% de la superficie supera pendientes del 40%. La principal elevación es el Pico Yaque con 3200 m y le sigue la Loma de Los Montecitos, con 2386 m.; hacia el límite con la cuenca del río San Juan se presentan elevaciones de hasta 2402 m en La Cuchilla de Los Guanos y El Gajo de La Tayota con 2293 m. Hacia en centro de la cuenca los mas importantes son la Loma Los Robles Blancos con 1689 m, Gajo de Las Zarzas con 1569 m y el Gajo del Toro con 1500 m. Otros picos de importancia son el Gajo del Higo (1439 m.) y el Gajo del Aguacate (1410 m.).

Las cotas más bajas corresponden a los fondos de valle que aparecen muy encajados, encontrándose el punto más bajo en la parte Sur de la cuenca con 400 m. Zonas relativamente llanas y topográficamente más bajas que las áreas circundantes son los estrechos valles encajonados del cauce del río y las áreas relativamente llanas que se presentan en forma de terrazas colgantes, mesetas y depósitos coluvioaluviales como en La Guama, El Palmar y Los Naranjos.

Análisis morfológico Yaque del Sur

Desde un punto de vista morfoestructural la cuenca está fuertemente influenciada por la Formación Tireo que consiste en un conjunto de rocas volcanoclásticas e ígneas con intercalaciones esporádicas de niveles sedimentarios, que constituyen gran parte de los relieves de la Cordillera Central. Presenta en su superficie aflorante de una manera muy mayoritaria niveles constituidos por rocas volcanoclásticas, consistentes fundamentalmente en tobos submarinas de composición andesítica, en series muy potentes. Son rocas resistentes a la erosión, siendo éste uno de los factores, que unido a otros da lugar a la formación de fuertes pendientes. Esta homogeneidad, monotonía y apariencia masiva del sustrato, condiciona en gran medida la relativa uniformidad del paisaje, que, como se ha indicado ya consiste en un relieve muy abrupto, con laderas de fuertes pendientes, abundantes aristas y líneas de cumbre ocupadas por restos de superficies de erosión y una red hidrográfica marcadamente dendrítica. La gran intrusión de tonalita que aparece en el centro norte de la cuenca presenta características similares a las rocas de la Formación Tireo. En la Mitad de la cuenca aparece una potente facie en forma de Flysch de la Formación Ocoa formada por calizas y lutitas que produce relieves mas suaves y redondeados.

Se observan una serie de cabalgamientos y fallas con direcciones aproximadas SE-NO, transversales a la línea de flujo de la corriente principal que sigue la presencia de una faja de contacto normal.

El Grupo Peralta asoma en dos afloramientos, uno de ellos correspondiente a las calizas tableadas de la Formación Jura, al sur de aquella, que destacan como un inselberg de los relieves circundantes. El volcanismo cuaternario está representado en algunos derrames al norte del batolito de tonalita y al sur, cerca del vaso de la presa.

Los depósitos cuaternarios son los que ocupan las zonas más deprimidas de la cuenca, salvo los deslizamientos que se suelen disponer a media ladera, y algunos coluviones. La red hidrográfica presenta cursos encajados y estrechos caracterizando áreas de cabecera. Es muy frecuente que los arroyos no presenten depósitos de fondo de valle, y cuando lo hacen su presencia es poco significativa. El trazado de la red, como se ha apuntado presenta un fuerte control estructural. A lo largo del río aparecen mínimos retazos de terrazas altas o medias y bajas a ambos márgenes del mismo. No obstante, la presencia de depósitos detríticos cuaternarios es francamente irrelevante, dado el continuo rejuvenecimiento del relieve.

Al igual que en la cuenca del río Grande, las manifestaciones volcánicas más recientes existentes en la cuenca están relacionadas con la denominada región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama, que constituye una franja de unos 30 km de anchura que se extiende en dirección NE-SO desde el valle de Constanza hasta la cuenca de Azua-San Juan.

Las formas estructurales con mayor presencia en la cuenca son las fallas con expresión morfológica. Bajo este epígrafe están también incluidas otras estructuras como los cabalgamientos. La estructura de la Fm. Tireo está definida por una serie de cabalgamientos de edad Eocena que delimitan escamas o imbricaciones internas y por un plegamiento relacionado con el desarrollo de éstas. Alguno de estos cabalgamientos se dispone con una dirección SE-NO.

En muchas ocasiones el trazado de las fallas no se puede observar debido al recubrimiento por depósitos fluviales en los fondos de valle, aunque el recorrido rectilíneo del valle evidencia la existencia de un accidente estructural, en cuyo caso se ha distinguido como falla supuesta con expresión morfológica. Raramente las aristas de los interfluvios coinciden con un accidente tectónico, pero en algún caso han sido distinguidas.

Modelado del Paisaje de Yaque del Sur

Deslizamientos: aparecen de manera dispersa en algunas parte de la cuenca, siendo mas frecuentes en la parte media de la misma, esto se debe a que en esta parte de la cuenca el relieve es relativamente más suave. Los deslizamientos se dan mayoritariamente en la Formación Tireo y dentro de la misma en las unidades constituidas fundamentalmente por rocas volcanoclásticas. Se ha diferenciado únicamente un tipo de deslizamiento, el desarrollado por gravedad que se describe seguidamente.

Los deslizamientos por gravedad son poco abundantes, localizándose en laderas con fuertes pendientes. Su litología suele consistir en bloques, cantos y arcillas producto de la disgregación de las rocas volcanoclásticas, fundamentalmente tobáceas, de la Formación Tireo. Las fuertes pendientes y la componente arcillosa favorecen la formación de estos deslizamientos; en algunos casos además pueden estar favorecidos por la presencia de algún accidente tectónico que en ocasiones da lugar fácilmente a la formación de la cicatriz de deslizamiento. Los bloques pueden alcanzar tamaños de 1-2 m. y la potencia de los deslizamientos es muy variable. Según la entidad del mismo, pudiendo ir desde 2 m. en la zona de cabecera hasta los 25-30 m. en la parte basal. Su extensión en planta puede casi alcanzar los 2 km². Son destacables los deslizamientos cerca de la Cucarita, Los Montes Palos y Manaclar.

Los coluviones son muy escasos y no suelen adquirir dimensiones maleables para su estudio a pesar de las pendientes; quizá se deba a la fuerte capacidad erosiva de las vertientes. Aparecen de forma muy dispersa, con espesores muy reducidos que como mucho alcanzan los 3-4 m. Su litología depende directamente de la existencia en la ladera donde se originan y su granulometría está constituida por cantos heterométricos englobados en una matriz areno-arcillosa. La zona de El Palmar es un típico ejemplo de esto.

Las formas fluviales con acumulación de depósito que se han distinguido en la cuenca corresponden a los fondos del valle, terrazas altas o medias y bajas, y conos de deyección.

Los fondos del valle representan los depósitos que mantienen una relación más directa con los cauces actuales. Muestran una importante extensión longitudinal en comparación con su anchura, incluso longitudinalmente también sus afloramientos son muy escasos y poco potentes, lo que pone de manifiesto la fuerte capacidad erosiva de la red. No obstante estos depósitos suavizan ligeramente los fondos de los valles en comparación con la fuerte incisión observable en el resto de la red donde aquellos no aparecen.

Los depósitos más significativos se encuentran en el propio curso del río En Medio. Las litologías de los diferentes elementos granulométricos están directamente relacionadas con las rocas por donde discurren los cursos de agua. De este modo la litología dominante son los términos volcanoclásticos de la Formación Tireo a la que se suman fragmentos de rocas tonalíticas, rocas plutono-volcánicas o calizas de la Formación Jura. En su granulometría predominan las gravas gruesas o cantos que van desde 6 a 25 cm, pero también son relativamente frecuentes los bloques, que pueden alcanzar hasta 1-1.5 metros y por supuesto las gravas más finas o arenas gruesas. Las gravas suelen presentar bordes redondeados o subredondeados, mientras que los bloques muestran bordes subredondeados o subangulosos. La potencia es muy variable y difícilmente observable, los valores medios pueden ser de 1-2 metros, alcanzando muy raramente los 3-4 metros.

Mención aparte merecen las pequeñas cuencas de La Culata y El Valle de El Tetero, en donde la proporción de fracciones finas (limos, arcillas y arenas) es muy superior a la de gravas o cantos y los depósitos se presentan tapizando laderas con una morfología muy suave y valles muy amplios.

Las terrazas, casi inexistentes se localizan a ambos lados del río. Son depósitos de gravas y arenas, heterométricas de 1-2 metros de potencia, en donde predominan las litologías de los términos volcanoclásticos del Grupo Tireo, junto a tonalitas y a calizas de la Formación Jura. Se observan imbricaciones de cantos y bases erosivas y canalizadas

Entre las formas erosivas destacan las directamente relacionadas con el encajamiento de la red. La incisión lineal es muy llamativa dando lugar a una red muy encajada, en la mayoría de los casos sin depósitos, con valles en V de pendientes muy acusadas, que casi siempre superan el 40%, y a menudo alcanzan cientos de metros. La red es de carácter dendrítico y en muchas ocasiones las líneas de incisión son rectilíneas debido a su adaptación a fallas preexistentes.



Figura 19. Depositos de tipo coluvio-aluvial

Las formas de acumulación de origen poligénico están representadas por los glacis y los depósitos de tipo aluvial-coluvial visible en las inmediaciones de Arroyo Cano, cerca del cabalgamiento de la Formación Ocoa con la melange tectónica de conglomerados. Su potencia puede oscilar entre 15 y 30 m. Litológicamente está constituido por niveles con predominio de grava y/o arenas que alternan con otros ricos en limo y arcilla.

Las superficies de erosión constituyen una de las formas no deposicionales más característica de origen poligénico que se distribuyen por la cuenca. Desde el punto de vista de la superficie ocupada por las mismas, no son formas muy significativas pues ésta es muy pequeña, ya que siempre se disponen como unidades relictas muy desmanteladas ocupando las líneas de cumbres. Así, su aspecto es el de franjas muy estrechas que destacan en el horizonte. En líneas generales las cotas a las que se sitúan las superficies oscilan entre los 1800-2000 m. aunque también se han encontrado a 2500 m. o a 1200 m. Con los datos disponibles hasta ahora no es fácil decidir si existió un único episodio erosivo, y los escalones en la superficie son debidos a la tectónica, o si existieron varios episodios; un ejemplo de esto es la Loma Las Zarzas.

Análisis orográfico Cuenca del Río Las Cuevas

La cuenca del río Las Cuevas se sitúa en la vertiente suroccidental de la Cordillera Central. La orientación generalizada de los elementos fisiográficos de la misma, conforme a las directrices NO-SE es manifiesta en líneas generales, si bien la sobreimpresión de los materiales detríticos de la Cuenca de Guayabal y del episodio volcánico cuaternario sobre la estructura del sustrato cretácico-terciario enmascara dicha orientación en algunos sectores.



Figura 20. Vista general de la cuenca del río Las Cuevas, desde el Sector La Siembra

La altitud media desciende de forma acusada en sentido NE-SO. De este modo, las cotas más altas se encuentran en el extremo nororiental donde sobresalen las elevaciones del alto de Pinar Parejo (2.137m) y la loma de los Siete Pozos (2.022m); la influencia del volcanismo cuaternario en la construcción del relieve es evidente al observar, entre otras, las cumbres de Peynado (2.024m) y del cerro el Cocuyo (1.905m) en el extremo oriental, así como la loma de Los Piquitos (1.760m) en el sector de Monte Bonito. Las cotas mínimas, inferiores a los 400m, se registran en el extremo suroccidental, en el valle del arroyo Salado.

La distribución de la red de drenaje, y en consecuencia la de los principales elementos orográficos lineales (grandes aristas e interfluvios), sigue en términos generales las directrices de la cadena (NO-SE), rasgo que no resulta evidente en la totalidad de la cuenca por las razones señaladas anteriormente.

Análisis morfológico de Las Cuevas

La naturaleza del sustrato ejerce una influencia evidente sobre la configuración del relieve, de modo que el gran paisaje de la cuenca está íntimamente ligado a la litología y estructura de la Cordillera Central.

A grandes rasgos, el sustrato geológico de la Cordillera Central está constituido por una serie de rocas sedimentarias del Eoceno (Cinturón de Peralta) y, en menor medida, volcano-sedimentarias del Cretácico superior (Fm. Tireo), series características del flanco suroccidental de la Cordillera Central. El relieve en este dominio se estructura, a grandes rasgos, conforme a la dirección NO-SE generalizada en la cadena, siendo más accidentado en el sector oriental debido tanto a la mayor representación de los niveles calcáreos de la Fm. Jura, como a los efectos del volcanismo cuaternario de la provincia volcánica de Constanza-Yayas de Viajama. Sus principales manifestaciones se localizan en los sectores de Monte Bonito, cerro Cocuyo y loma de Peinado, donde destacan una serie de centros de emisión, que conservan en muchos casos una morfología cónica muy abrupta. Por otra parte, estas manifestaciones volcánicas ocultan en cierto modo la estructuración del sustrato al que se superponen, propiciando una distribución más desordenada de la red, que tiende a disponerse de forma radial a partir de los focos efusivos principales.

La cuenca de Guayabal es una cuenca intramontañosa de unos 90km² rellena por materiales aluviales pliocuaternarios, deformados en las zonas más bajas y dispuestos horizontalmente por encima. La eficacia del modelado más reciente ha ocasionado que en el paisaje no aparezca como un depresión morfológica, sino más bien como una plataforma que supera los 1.000m de altitud profundamente disectada; este hecho es especialmente patente en los valles de los ríos Grande y en este de Las Cuevas, cuya red subsidiaria además, adopta un marcado patrón dendrítico.

Además de las relacionadas con el volcanismo, son muy abundantes las formas de origen endógeno, entre las que las estructurales juegan un papel destacado en el relieve, especialmente en la articulación de la red hidrográfica.

Las formas estructurales más abundantes en la cuenca son las fallas con expresión morfológica. Forman un conjunto de accidentes bastante recientes que se encuentra relacionado con la tectónica de desgarres activa en la isla desde el Mioceno superior (Mann et al., 1991b). Se distinguen tres familias principales de fracturas de acuerdo con las siguientes direcciones: 1) NNO-SSE a N-S, 2) ONO-ESE a NO-SE y 3) ENE-OSO a E-O. Se evidencian morfológicamente por el trazado rectilíneo de algunos cursos hidrográficos, fenómeno muy acusado en el río Las Cuevas, y localmente por cambios de pendiente en las laderas. Con frecuencia no se observa fotogeológicamente el trazado de las fallas debido al recubrimiento por depósitos fluviales en los fondos de valle, pero el recorrido rectilíneo de éstos evidencia la existencia de un accidente estructural, habiéndose diferenciado como fallas supuestas. En el sector de Las Lagunas se conserva un pequeño *graben*, superior a 1km² de extensión, limitado a ambos lados por fallas con indicación de hundimiento que siguen un trazado NNE-SSE; no obstante, este *graben* es difícilmente reconocible en el paisaje por la acción erosiva del río Las Cuevas y el arroyo Guarico en sus bordes meridional y septentrional, respectivamente.

Las aristas son formas relativamente frecuentes en el sector meridional de la cuenca. Constituyen crestas más o menos continuas que coinciden con la dirección de capa de algunos niveles competentes de la serie neógena de la Fm Jura. En algunos casos análogos, la expresión morfológica es menor y se forman pequeños resaltes diferenciables como trazas de capas.

Las manifestaciones volcánicas existentes en la cuenca ocupan buena parte de su mitad suroriental y están relacionadas con la denominada región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama. La distribución de los afloramientos de rocas volcánicas

en la región y las dataciones radiométricas realizadas (2.7-0.5 m.a.) parecen señalar que el volcanismo ha experimentado un desplazamiento progresivo de SO a NE. De acuerdo con esta distribución y en función también de las diferencias petrológicas, se han distinguido dos provincias volcánicas: Yayas de Viajama-Padre Las Casas, al SO, y Valle Nuevo, al NE.

Las formas más destacadas corresponden a los centros de emisión que se distinguen morfológicamente como relieves destacados, con frecuentes formas cónicas muy pronunciadas, a partir de los cuales parten radialmente las coladas. En éstas se preservan desarrollos longitudinales de hasta 10km y se deducen las líneas de flujo a partir de su posición respecto al punto de emisión. Localmente se preservan formas atribuibles a calderas, si bien se encuentran bastante desmanteladas, en cuyo caso se han considerado calderas supuestas.

La mayoría de la manifestaciones volcánicas pertenecen a Las Yayas de Viajama-Padre Las Casas, distinguiéndose tres afloramientos principales. Dos de ellos, localizados en los extremos meridional y suroriental, corresponden principalmente a rocas de naturaleza basáltica y presentan focos de emisión abundantes y bien diferenciados en el relieve (cerros El Cocuyo y Bohucal, entre otros) de los que parten coladas de alta fluidez dirigidas en su mayor parte hacia el NO. El otro afloramiento mayor constituye los destacados relieves del sector de Monte Bonito, donde predominan los materiales de carácter traquiandesítico, allí, las formas están bastante degradadas, si bien se preservan algunos centros de emisión muy llamativos (cerro de los Higos y los Patios de Dios). Por el contrario, en el ámbito de la loma de Los Piquitos, se distingue una posible caldera, muy extensa y desmantelada, a partir de la cual fluyeron hacia el ONO, coladas de moderada viscosidad.

En la franja central de la cuenca y principalmente a lo largo del valle del río las Cuevas, se reconocen numerosos afloramientos pequeños diseminados, de rocas de carácter andesítico predominante, que representan las manifestaciones más nororientales de Yayas de Viajama-Padre Las Casas. Corresponden esencialmente a centros de emisión (loma del Yayalito, El Mogote, cerro de los Corsinos). y coladas de viscosidad moderada de escasa extensión (cerro de la Colmena). Aunque predominan los depósitos de coladas, son relativamente frecuentes los productos de nube ardiente.

Por su parte, las manifestaciones volcánicas correspondientes a Valle Nuevo se limitan al sector nororiental de la Hoja y forman parte del extenso y potente episodio traquiandesítico de aquélla. La mayoría de los centros de emisión se encuentran localizados hacia el sector de Sabana Quéliz, mientras que hacia el centro se distinguen dos puntos emisores, destacando por su espectacularidad el denominado Peynado, con su morfología cónica muy marcada y sus más de 700m de altitud con respecto al arroyo de Guayabal. Los depósitos más extendidos corresponden a potentes coladas de viscosidad moderada que presentan líneas de flujo dirigidas predominantemente hacia el Oeste, alcanzando recorridos superiores a 10km; no es rara la aparición de productos piroclásticos bajo las coladas. Se cuenta con una única datación de este episodio por el método de K/Ar (Vespucci, 1986) que indica, de forma poco precisa, una edad inferior a 1 m.a.

Modelado del Paisaje de Las Cuevas

Los deslizamientos se distribuyen de forma dispersa por toda la cuenca y aparecen principalmente en las laderas bajas de algunos valles importantes. Constituyen formas de dimensiones moderadas con extensión deca a hectométrica y su espesor oscila entre escasos metros y varias decenas de metros. Normalmente se generan en terrenos

de pendientes elevadas y con alta proporción de términos lutíticos. En consecuencia están representados litológicamente por depósitos arcillosos que engloban cantos y bloques de diversa naturaleza, lo que facilita una notable rapidez de desplazamiento. Corresponden por lo tanto a deslizamientos por gravedad y sus límites resultan de fácil definición, reconociéndose en muchos casos la cicatriz de deslizamiento correspondiente. Al Sur de Las Lagunas se encuentra la concentración de deslizamientos más destacada, movilizándose materiales de la Fm. Arroyo Seco cuya inestabilidad está motivada probablemente, además de por las elevadas pendientes, por las deficiencias en el drenaje registradas en el sector de Las Lagunas. En numerosos casos poseen dimensiones mucho menores, correspondiendo a deslizamientos puntuales.

Los coluviones son poco abundantes y se encuentran de forma dispersa y aislada. Normalmente aparecen en las laderas medias y bajas de los valles de los cursos principales y red subsidiaria. Poseen una extensión hectométrica y su potencia es del orden de varios metros, desarrollándose en pendientes medias a pronunciadas. La litología depende de los relieves circundantes, consistiendo generalmente en lutitas con bloques y cantos de rocas volcánicas, calizas y areniscas. Constituyen depósitos de baja organización debido a su escaso transporte.

Los cambios bruscos de pendiente se han diferenciado de forma puntual en la parte suroccidental, donde presentan una orientación ONO-ESE. Son de origen claramente estructural, pudiendo estar en relación con fallas de actividad reciente o deberse simplemente a contrastes litológicos.

Formas fluviales presentes en la cuenca son mayormente fondos de valle, terrazas y conos de deyección. Litológicamente son todos muy semejantes, correspondiendo a gravas, arenas y, en menor proporción, lutitas. La litología de los clastos depende directamente de la naturaleza del sustrato en las cabeceras y relieves circundantes. De este modo, en la cuenca del río Grande predominan los cantos de rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la Fm. Tireo, así como de tonalitas intruidas en ésta, en tanto que en la del río Las Cuevas coexisten los de calizas y areniscas del Gr. Peralta y la Fm. Ocoa con los de rocas volcánicas cuaternarias; por otra parte, en la cuenca del arroyo Salado, buena parte de los elementos clásticos proceden directamente de las formaciones neógenas.

A excepción de los conos de deyección, que muestran una organización menor que el resto de materiales fluviales, los depósitos clásticos presentan gradación positiva grosera, estratificación cruzada e imbricación de cantos y, en ocasiones, bases canalizadas y cicatrices erosivas internas. Los diámetros de los clastos son bastante variables, oscilando generalmente entre 5 y 25cm; el grado de rodamiento es alto-muy alto en general y medio en el caso de los conos de deyección.

Los fondos de valle constituyen los depósitos que presentan una relación más directa con los cauces actuales. Los principales afloramientos se concentran en los valles de los ríos Grande y Las Cuevas, así como en el arroyo Guayabal. En otros cursos menores muestran una mayor irregularidad, con tramos que no han podido diferenciarse por sus reducidas dimensiones. Litológicamente, los depósitos están formados por gravas con frecuentes bloques de dimensiones métricas y por arenas; el diámetro de los cantos oscila por lo general entre 5 y 25cm, en tanto que el espesor de los depósitos está comprendido entre 1 y 5m.

Las terrazas se reconocen principalmente en el valles del río, así como en el arroyo Salado, donde poseen un desarrollo destacable; con menor representación se han

reconocido en los arroyos Ocoa, La Savila y Guarico. Litológicamente están constituidas por gravas y arenas, con cantos muy redondeados de naturaleza y tamaño variable, así como arenas de composición arcósica y litarenítica. Los depósitos de terrazas muestran abundantes estructuras sedimentarias de origen tractivo reconociéndose cicatrices erosivas, bases canalizadas, estratificación cruzada planar y en surco e imbricación de cantos. No se han hallado buenos cortes, estimándose una potencia variable, inferior en cualquier caso a 10m. Se han agrupado en dos conjuntos de acuerdo con su posición respecto al cauce: terrazas bajas, que comprenden los niveles inferiores, dispuestos como terrazas encajadas, con cotas de +1-3m sobre el curso actual, y terrazas medias-altas, que incluyen todas aquellas que se encuentran colgadas respecto a los cauces, alcanzando cotas relativas que pueden superar +40m.



Figura 21. Terrazas bajas del río Las Cuevas

Los conos de deyección son bastante frecuentes, concentrándose en la salida de numerosos arroyos a los valles del río, así como en el ámbito de Los Pozos. Normalmente constituyen formas de reducida extensión, (decamétrica-hectométrica) aunque en algunos casos presentan un mayor desarrollo, en ocasiones debido a la coalescencia de varios aparatos. Los depósitos están representados por niveles de gravas con bloques en una matriz arenoso-limosa, a veces en alternancia con horizontes de fangos que incluyen cantos dispersos. Presentan escasas estructuras sedimentarias, observándose ocasionalmente gradación clástica muy grosera e imbricación incipiente de cantos; su potencia oscila entre 5 y 20m. Se han distinguido dos generaciones de conos en función de su posición con respecto a la red fluvial actual: conos de deyección modernos, directamente relacionados con la dinámica fluvial actual,

y conos de deyección antiguos, en los casos en que aparecen colgados con respecto a la red actual.

Las formas erosivas más destacadas corresponden a las que se encuentran en relación directa con el encajamiento de la red. La incisión lineal es muy notoria y genera laderas muy pronunciadas con predominio de pendientes superiores al 30%, produciendo encajamientos espectaculares, en muchos casos del orden de varios cientos de metros. La red es de tipo dendrítico y muestra una cierta estructuración sobre materiales de origen sedimentario. Sobre sustratos formados por rocas volcánicas se establece una disposición del drenaje de tendencia más radial. Los interfluvios presentan formas consecuentes con el comportamiento de la red, correspondiendo en su mayor parte a aristas, más pronunciadas y estrechas cuanto mayor es el grado de incisión. Buena parte de los cauces muestran escarpes importantes en sus márgenes, denotando la celeridad de los procesos de encajamiento.

Los fenómenos de arroyada en regueros o sin cauce definido son muy poco frecuentes y reflejan fases iniciales de incisión de la red. En cuanto a los procesos de erosión lateral del cauce, se registran en los tramos donde los ríos principales muestran una configuración de elevada sinuosidad, en los que a veces se observan meandros abandonados, concentrándose sobre sustratos formados por rocas lutíticas. Constituyen un fenómeno bastante frecuente en el río Las Cuevas y en el río Grande, como se dijo anteriormente.

Las cabeceras de cárcavas se encuentran principalmente en las partes altas de laderas con pendientes pronunciadas y se desarrollan sobre litologías margosas, predominantemente de la Fm. Ventura. En las partes más bajas de los cursos se desarrollan fondos de valle bastante amplios, producto de la articulación de una red trezada de canales, con numerosos brazos inactivos en periodos de aguas bajas. Finalmente, se han reconocido algunos saltos de agua que aparecen en zonas donde se registran desniveles importantes, principalmente en los sectores septentrional y oriental de la cuenca.

Las formas de acumulación de origen poligénico están representadas por glacis, desarrollados de forma dispersa en la parte central de la cuenca. Son de reducida extensión aunque en ocasiones registran un desarrollo longitudinal, subparalelo al cauce, de 2-3km; forman pequeños rellanos elevados entre 10 y 80m sobre los cursos actuales. Litológicamente, muestran un marcado predominio de gravas, cuya naturaleza varía en función del área fuente. Los cantos presentan un grado de rodamiento medio a alto y su tamaño es muy variable, alcanzando con frecuencia dimensiones métricas, si bien disminuye notablemente con la distancia a los relieves. Los términos arenosos constituyen una litología minoritaria y poseen una composición litarenítica. Los fangos pueden alcanzar proporciones destacadas; forman parte de la matriz de los depósitos clásticos o alternan con ellos, constituyendo capas fangosas de tonos rojos y ocre con algunos cantos dispersos. Los niveles clásticos poseen organización incipiente, evidenciada por gradación grosera y la aparición eventual de estructuras sedimentarias de origen tractivo, consistentes en imbricación de cantos y bases erosivas. La potencia de los depósitos es bastante discreta y raramente supera los 10m.

Una de las formas no deposicionales más comunes en la región corresponde a las superficies de erosión. Las superficies más altas están muy dismanteladas y se conservan únicamente en las líneas de cumbres del extremo nororiental, se reconocen como rellanos estrechos desarrollados a 1.600 y 1.900m de altitud. Al Suroeste de la cuenca aparece otra superficie semejante más baja (1.000m), preservada en una de las

principales aristas, en tanto que en las inmediaciones de Palomino se distingue la superficie de erosión más baja, desarrollada alrededor de la cota de 500m y que abarca un área próxima a 1.5 km².

Los inselbergs constituyen una forma de erosión de origen poligénico bastante frecuente y característica en la región. Corresponden a cerros aislados de formas cónicas o subpiramidales que destacan como relieves relictos en las aristas principales. Las grandes aristas se distinguen en la mitad septentrional como crestas de mayor continuidad, a favor de las cuales se desarrollan normalmente las principales líneas de cumbres. Llama la atención en el sector suroccidental la presencia del cerro de Los Pozos como un cerro cónico aislado entre los relieves característicos de la zona.

Los fondos endorreicos se encuentran asociados en ocasiones con los relieves volcánicos, sin embargo el fenómeno de endorreísmo de Las Lagunas parece ligado a causas estructurales. En cualquier caso, los depósitos se acumulan en el fondo de las depresiones y están constituidos por arcillas y limos grises de tono oscuro, derivado de su notable contenido en materia orgánica. No se observa su potencia, si bien debe ser de escasos metros. Informaciones locales establecen su profundidad en más de dos metros.

Los fondos endorreicos ligados al volcanismo se concentran principalmente en el entorno de la loma los Piquitos. Se distinguen como pequeñas depresiones de extensión hectométrica y decamétrica, aisladas de la red de drenaje por la propia creación de relieves volcánicos o por el hundimiento del edificio.

En el sector de Las Lagunas se reconoce alrededor de media docena de depresiones (lagunas de Salvador, Castilla, Clara...) instaladas sobre materiales de la Fm. Arroyo Seco. Son de dimensiones pequeñas a moderadas, presentando una longitud comprendida entre 50 y 500m. Se originan por deficiencias en el drenaje derivadas de una red muy difusa, cuya génesis parece obedecer a causas estructurales, puesto que la zona conforma un pequeño *graben* limitado por fallas de dirección NNE-SSE cuya reciente actividad subsidente puede haber interferido en la incisión normal de la red y haber propiciado en consecuencia el desarrollo de zona encharcadas.

DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

Unidades Cartográficas

Asociación Valle Nuevo- Tetero De Mejia (VN-TM)

Esta unidad de mapeo ocupa las montañas altas de cimas redondeadas, dentro de la Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Montano, formadas por rocas magmáticas del Cretácico y por areniscas y margas del Terciario, a una altitud mayor de 2000 m y con pendiente fuertemente inclinadas a escarpada y pequeñas áreas en forma de valles intramontanos, con pendientes ligeramente inclinada hasta casi planas.

Su condición de erosión es ligera a moderada, con excepción de los pequeños valles y cimas o crestas montañosas, donde la erosión es baja: el drenaje natural es excesivo; la pedregosidad superficial es elevada y la profundidad efectiva varía de moderada a superficial. Su retención de humedad es baja, pero tiende a aumentar hacia las cimas montañosas y pequeños valles. La fertilidad natural es baja ya que se trata de suelos que han sufrido avanzados procesos de lixiviación.

Esta formada por los Conjuntos de Suelos Valle Nuevo, con un 60% de ocurrencia, que ocupa las cimas montañosas con pendiente inclinada, y el Conjunto Tetero de Mejia, con un 30 %, que ocupa las áreas con pendiente escarpada. Presenta un 10% de inclusiones del Conjunto El Roblito.

Esta asociación ocurre hacia el límite sur-este de las subcuencas de los Ríos Las Cuevas y Grande, próximo a los Valles de Nizao, La Lechuguilla y Valle Nuevo. Se presenta además hacia la parte norte noroeste de la subcuenca del Río Yaque Del Sur.

La Asociación Valle Nuevo-Tetero De Mejia ocupa una superficie de 11,552 has, equivalentes al 6.9 % de la zona de estudio. Su uso actual está dominado principalmente por especies forestales y arbustos, además de pequeñas áreas de cultivo de subsistencia, lo cual está relacionado a su situación de Áreas Protegidas correspondientes a los Parques Nacionales Valle Nuevo, en la subcuenca del Río Las Cuevas, y José Del Carmen Ramírez, en la subcuenca del Río Yaque Del Sur.

Asociación Arroyo Guayabal- Gajo de Monte (AG-GM)

Esta unidad corresponde a las montañas bajas y disectadas, dentro de la Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, que se han formado a partir de rocas magmáticas, volcánicas intermedias y areniscas y margas del Cretácico, a una altitud entre los 1000 y 2000 m y con pendientes escarpada a muy escarpadas.

Su condición de erosión es severa a muy severa en las áreas más disectadas ubicadas hacia las subcuencas de los Ríos Yaque Del Sur y Grande donde dominan suelos de textura fina formados a partir de los materiales ígneos y menor en la subcuenca Las Cuevas, donde predominan suelos más permeables formados a partir de margas y areniscas.

En general se trata de suelos con drenaje natural excesivo, pedregosidad superficial elevada y profundidad efectiva superficial a poco profundo. Su retención de humedad es baja; la fertilidad natural es baja por los avanzados procesos de lixiviación.

Esta formada por los Conjuntos de Suelos Arroyo Guayabal, con un 65% de ocurrencia, que ocupa las zonas mas disectadas y con pendiente escarpada, y el Conjunto Gajo de Monte, con un 25 %, que ocupa las áreas con menor grado de disección y pendientes inclinadas. Presenta un 10% de inclusiones del Conjunto Tetero de Mejía

Esta asociación ocurre hacia el limite sur-este de la subcuenca del Río Las Cuevas al sur de Sabana Queliz, al oeste de El Convento en dirección al nacimiento del Arroyo Guayabal y al norte y oeste de Maldonado en la subcuenca del Río Grande, y en la franja de amortiguamiento del Parque José Del Carmen Ramírez, hacia la parte norte noroeste de la subcuenca del Río Yaque Del Sur.

La Asociación Arroyo Guayabal-Gajo de Monte ocupa una superficie de 38,760 has, equivalentes al 23.3 % de la zona de estudio. Al igual que la unidad precedente, su uso actual principalmente foresta y arbustos, con pequeñas áreas de cultivo de subsistencia. Gran parte de esta unidad corresponde a los Parques Nacionales Valle Nuevo, en la subcuenca del Río Las Cuevas, y José Del Carmen Ramírez, en la subcuenca del Río Yaque Del Sur.

Asociación El Roblito-Arroyo Guayabal (Ero-AG)

Esta unidad de mapeo se presenta en un extenso macizo montañoso, ubicado principalmente dentro De la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo, con una altitud promedio entre los 1000 y 2000 m, pero más cercana al límite inferior. Se han formado a partir de rocas volcánicas intermedias, areniscas, conglomerados y margas

Esta formada por los Conjuntos de Suelos El Roblito, con un 55% de ocurrencia, que ocupa las zonas más disectadas y con mayor pendiente, y el Conjunto Arroyo Guayabal, con un 40 %, que ocupa las áreas con menores grado de disección y pendientes.

Presenta erosión severa a muy severa en las áreas con pendiente escarpada y moderada en las áreas con pendiente inclinada, modificada por el efecto de la cobertura vegetal en las zonas donde las condiciones climáticas permiten su mayor desarrollo y la actividad humana es menor, principalmente en la franja de amortiguamiento de los Parques Nacionales y área de mayor densidad poblacional.

Son suelos con drenaje natural excesivo, pedregosos y profundidad efectiva superficial a poco profundo. Su retención de humedad es baja y la fertilidad natural es baja debido a los procesos de lixiviación, comunes a casi toda la zona de estudio

Esta asociación discurre desde el límite sur-este de la subcuenca del Río Las Cuevas y se desplaza en forma oblicua a través de la misma, en dirección noroeste cruzando la subcuenca del Río Grande e internándose en dirección norte y este hacia el sector de Maldonado dentro de esta subcuenca. A partir del sector de Las Cañitas se mueve hacia el oeste en dirección a la subcuenca Yaque Del Sur, cubriendo una superficie

importante dentro de los Parques Nacionales Valle Nuevo y José Del Carmen Ramírez y sus respectivas franjas de amortiguamiento

Ocupa una superficie de 63,192 has, equivalentes al 38 % de la zona de estudio; actualmente abarca una gran gama de usos, principalmente especies forestales, pastos, frutales y arbustos, con pequeñas áreas bajo cultivo intensivo.

Consociacion El Roblito (Ero)

La consociacion El Roblito se presenta en las montañas bajas localizadas entre los 1000 y 2000 m de altitud en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo, que están constituidas por cantos y bloques de calizas del terciario de la Formación Arroyo Seco. La pendiente varía de escarpada a muy escarpada.

Está formada por el conjunto El Roblito con un 85% de ocurrencia y con inclusiones del Conjunto Arroyo Guayabal en un 15%. Son suelos moderadamente erosionados, pedregosos, algo excesivamente drenados y con poca profundidad efectiva. Su fertilidad natural es baja

La Consociacion El Roblito se presenta en las zonas de Botoncillo, El Montazo y La Guama, en la subcuenca del Río Grande, y se extiende hacia el oeste al norte de La Guama, en la subcuenca del Río Yaque del Sur

Esta unidad de mapeo ocupa unas 10,617 has, equivalentes al 6.4 % del área total de la cuenca. Su uso actual es pino, habichuelas, guandul, pastos, y yuca principalmente

Consociacion Las Cañitas (LCa)

La consociacion Las Cañitas constituye las vertientes altas de las montañas de cimas redondeadas, localizadas entre los 1000 y 2000 m de altitud en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo y en la transición al Bosque Húmedo Subtropical. Los suelos están formados esencialmente por rocas magmáticas y tonalitas y con pendiente inclinada a escarpada.

En algunas áreas donde el relieve general tiende a ser fuertemente ondulado estas laderas presentan formas convexas, que presentan un alto nivel de erosión de tipo laminar, donde los materiales arrastrados se depositan en la parte baja de las ondulaciones dando lugar a suelos algo mas profundos y con un horizonte superficial mas oscuro. Otras áreas con pendiente casi plana están en la actualidad en proceso de colonización

Está formada por el conjunto Las Cañitas, con un 80% de ocurrencia y con inclusiones del Conjunto El Roblito en un 15% y de un Misceláneo Rocoso en un 5%. Se trata de suelos algo excesivamente drenados y con profundidad efectiva moderada a poco profunda, aumentando hacia las áreas bajas Su fertilidad natural es moderada a baja

Esta unidad de mapeo se localiza en el sector del mismo nombre, en las vertientes de los sectores de Palero y Maldonado, en las laderas inclinadas a fuertemente inclinadas en Monte Frió, El Montazo, Los Montacitos y en la parte alta del sector Las Lagunas, ligeramente por debajo de los 1000m; ocupa unas 4,193 has, equivalentes al 2.5 % del

área total de la cuenca. Su uso actual es habichuelas, guandul, pastos, arbustos y pequeñas porciones de Frutales.

Consociacion Constanza (Co)

Constituye una unidad de características particulares dentro de la zona de estudio por su condición de valle intramontano de origen fluvio lacustre, ubicado dentro del Bosque Húmedo Montano Bajo a una altura de 1000 a 2000 m, que actúa como zona de recarga de las aguas que provienen de las laderas y montañas circundantes.

El relieve del valle es plano y algunas áreas la pendiente tiende a ser plano-cóncava, lo cual contribuye a restringir la condición de drenaje natural, pero los suelos solo presentan limitaciones de orden climático y de requerimientos de prácticas de manejo asociadas a las texturas finas y ocasionales déficit de humedad.

Está formada por el conjunto Constanza, con un 90% de ocurrencia y con inclusiones del Conjunto Las Cañitas en un 10%. Son suelos pesados, profundos, con alta retención de humedad y limitaciones de drenaje en algunas áreas. Su fertilidad natural es alta, lo que determina un uso muy intensivo a base de hortalizas, habichuelas y papa principalmente.

Esta unidad de mapeo se presenta hacia la zona nordeste de la cuenca, en el municipio que da el nombre a la unidad, que incluye una pequeña porción de los sectores de trabajo correspondientes a Palero y Maldonado, los cuales comprenden parte de las laderas que vierten al valle, y en pequeños valles ubicados alrededor de Vallecito y Palero, en la subcuenca del Río Grande.

La consociacion Constanza ocupa unas 2,647 has, equivalentes al 1.6 % del área total de la cuenca.

Asociación Arroyo Hondo-La Culata (AH-LCu)

Corresponde a los valles coluvio aluviales formados por sedimentos del Río La Culata y materiales de origen coluvial provenientes de las laderas que vierten hacia esa corriente fluvial dentro de la microcuenca del Arroyo Hondo, en el Bosque Húmedo Montano Bajo y a una altitud de 1000 a 2000 m

Los suelos se han formado a partir de aluviones y coluviones gruesos formados por gravas y piedras de origen ígneo y sedimentos más finos arrastrados por el río. La pendiente varía de suave a ligeramente inclinada.

Esta formada por los Conjuntos de Suelos Arroyo Hondo con un 60% de ocurrencia, que ocupa las áreas inclinadas hacia la transición con la zona de montaña, y por el Conjunto La culata, con un 30 %, que ocupa los suelos con pendiente mas suave hacia el fondo del valle. Presenta un 10% de inclusiones del Conjunto Gajo de Monte

Son suelos con drenaje natural bueno, ligeramente pedregosos y profundidad efectiva moderada. Su retención de humedad es baja y la fertilidad natural es moderada a baja, aumentando hacia la zona más plana donde se depositan los materiales más finos en el fondo del valle.

Esta asociación se presenta hacia el límite nordeste de la cuenca y corresponde a la subcuenca del Río Grande, llegando justamente desde la parte alta del Arroyo La Cultra hasta su confluencia con el Arroyo Hondo, al norte del poblado de Maldonado.

Abarca una superficie de 4,779 has, equivalentes al 2.9 % del área de estudio. Su uso actual es fundamentalmente agrícola, con predominio de habichuelas, papa y cultivos hortícola con un manejo intensivo.

Asociación Monte Bonito- El Roblito (MB-Ero)

Esta asociación de suelos se presenta en las Colinas altas y disectadas localizadas dentro del Bosque Húmedo Subtropical, a menos de 1000 m de altitud, como parte de un relieve general fuertemente ondulado con pendientes complejas inclinadas a escarpadas y algunas vertientes con pendiente suave. Los suelos se han formado a partir de de areniscas, margas arenosas y calizas pelágicas, con intrusiones de rocas volcánicas intermedias hacia la zona de Monte Bonito.

Esta formada por los Conjuntos de Suelos Monte Bonito con un 55% de ocurrencia, que ocupa las zonas con pendiente escarpada hacia Monte Bonito, en la subcuenca del Río Las Cuevas y Arroyo Cano, en la subcuenca del Río Yaque Del Sur y por el Conjunto El Roblito que presenta un 35 % de ocurrencia y ocupa las áreas inclinadas a fuertemente inclinadas ubicadas al norte de La Meseta y de Palomino, en las subcuencas Las Cuevas y Río Grande; un 10% de inclusiones pertenecen al Conjunto Arroyo Guayabal.

Se trata de suelos con erosión moderada a severa, pero con tendencia a disminuir en las vertientes con pendiente suave y en las cimas de colinas altas que adoptan la forma de mesetas; el drenaje natural es algo excesivo a excesivo, la pedregosidad ligera a moderada, aumentando hacia las vertientes, la profundidad efectiva es moderada a superficial y la retención de humedad es baja. La fertilidad natural se ve afectada por el alto grado de lavado de los suelos y la profundidad.

Esta unidad abarca una superficie de 12,707 has, equivalentes al 7.6 % del área de estudio. Su uso actual es agrícola en las áreas bajas y laderas, a base de habichuelas y cultivos hortícolas. En la parte alta hay café, frutales, pastos y cultivos de frutos menores, plátano y guineo, con prácticas de conservación como barreras muertas en algunas áreas

Asociación Arroyo Cano-Los Naranjos (AC-LN)

Esta unidad cartográfica corresponde a las vertientes de colinas que se presentan en el Bosque Húmedo Subtropical, a menos de 1000 m de altitud, formando parte de un relieve general ondulado a fuertemente ondulado con pendientes que varían de inclinadas a escarpadas y llegan a ser suaves o casi planas en la parte baja de algunas vertientes.

Se han formado a partir de de areniscas, margas arenosas y calizas pelágicas, que han dado lugar a suelos muy permeables y susceptibles a la erosión.

Esta formada por los Conjuntos Arroyo Cano, con un 45% de ocurrencia, que ocupa las zonas con pendiente suave a inclinada hacia las zonas de Arroyo Cano y Palomino, en

la subcuenca del Río Grande, y por el Conjunto Los Naranjos que presenta un 40 % de ocurrencia y ocupa las áreas inclinadas a fuertemente inclinadas ubicadas en el poblado del mismo nombre, en la subcuenca del Río Yaque del Sur, en la zona de Los Caños y Palomino, en la subcuenca del Río Grande, y al sur de la Siembra y Las Lagunas, en la subcuenca Las Cuevas; un 15% de inclusiones pertenecen al Conjunto Bohechio.

Los suelos de esta unidad presentan erosión ligera a moderada, en las áreas de pendiente suave, y severa en las vertientes con pendiente inclinada a escarpada; el drenaje natural es bueno a algo excesivo; la pedregosidad ligera a moderada, aumentando hacia las vertientes inclinadas, la profundidad efectiva es moderada a poco profunda y la retención de humedad en general es baja. La fertilidad natural es moderada a baja.

Esta Asociación cubre una superficie de 4,436 has, equivalentes al 2.7 % del área de estudio. Su uso actual es agrícola en las laderas con pendiente suave, consiste en habichuelas, maíz, yuca, guandul y pastos. En la parte con pendiente inclinada a escarpada hay habichuelas, maíz y otros frutos menores, además de zonas en barbecho (arbustos).

Consociación Padre Las Casas(PLC)

Ocupa la llanura aluvial actual de los Ríos Las Cuevas, Grande y Yaque del Sur en el Bosque Húmedo Subtropical, en forma de valles estrechos formados a expensas de los aluviones medios y gruesos depositados por las citadas corrientes fluviales y sus afluentes, o bien en terrazas bajas con aportes coluviales y llanuras fluviales.

El relieve general es plano con ligeras ondulaciones en algunas áreas ubicadas en la parte distal respecto al eje de los ríos y donde los suelos son algo pedregosos por la presencia de materiales coluviales.

La consociación Padre Las Casas está formada por el conjunto del mismo nombre, con un 85% de ocurrencia y con inclusiones del Conjunto Arroyo Cano en un 15%. Son suelos moderadamente profundos a profundos, ligeramente pedregosos, bien drenados y con alta fertilidad natural,

Esta unidad de mapeo ocupa unas 1,617 has, equivalentes al 1.0 % del área total de la cuenca. Su uso actual es arroz, habichuelas, guandul y yuca, los dos primeros con un manejo intensivo y con alta productividad.

Asociación Manaclar-Loma Vieja (Ma-LV)

Esta asociación ocupa las colinas bajas que se presentan en el Bosque Seco Subtropical, a menos de 1000 m de altitud, como parte de un relieve general fuertemente ondulado y disectado, con pendientes inclinadas a escarpadas. Están formadas a partir de materiales sedimentarios, principalmente areniscas, margas arenosas y calizas estratificadas, que han originado suelos muy permeables y muy susceptibles a la erosión.

Esta formada por los Conjuntos Manaclar, con un 55% de ocurrencia, que ocupa las zonas con pendiente escarpada hacia las zonas de Los Negros la Loma del Manaclar y

el Cerro de Las Colmenas, en la subcuenca del Río Las Cuevas, y por el Conjunto Loma Vieja que presenta un 40 % de ocurrencia y ocupa las áreas inclinadas a fuertemente inclinadas ubicadas en la parte alta del Monte La Vara, en la subcuenca del Río Grande, además en la zona de Loma Vieja, en la subcuenca del Río Yaque del Sur.

Los suelos de esta asociación presentan con erosión moderada a severa, que llega a ser muy severa en las áreas con mayor pendiente y de nivel de disección en el sector de Loma Vieja; el drenaje natural es algo excesivo a excesivo; la pedregosidad moderada a alta, aumentando hacia las vertientes escarpadas, la profundidad efectiva es superficial a poco profundo y la retención de humedad en general es baja a muy baja. La fertilidad natural es baja a muy baja.

Esta Asociación abarca una superficie de 6,160 has, equivalentes al 3,7 % del área de estudio. Su uso actual principal es vegetación forestal y matorrales típicos de bosque seco, con pequeñas porciones bajo uso agrícola a base de maíz, habichuelas, yuca y otros rubros.

Consociación Manaclar (Ma)

Corresponde a una serie de vertientes dentro del Bosque Seco Subtropical, localizadas en los alrededores del Municipio de Padre Las Casas y que se han formado a partir de areniscas, conglomerados y calizas estratificadas, dando lugar a suelos superficiales y poco profundos con altos niveles de pedregosidad superficial y en el perfil.

El relieve general es ondulado con pendientes inclinadas a escarpadas y más suaves hacia la parte baja de las vertientes, donde los suelos alcanzan a ser moderadamente profundos.

La consociación Manaclar está formada por el conjunto del mismo nombre, con un 85% de ocurrencia y con inclusiones del Conjunto Loma Vieja en un 15%. Son suelos muy susceptibles a la erosión, pedregosos, excesivamente drenados, con alta permeabilidad natural, y baja fertilidad natural.

Esta unidad de mapeo ocupa unas 1,154 has, equivalentes al 0.70 % del área total de la cuenca. Su uso actual está afectado por sus limitaciones climáticas y edáficas, por lo cual abundan los arbustos y especies de bosque seco y se presentan algunos predios con cultivos de frutos menores para subsistencia.

Consociación Buena Vista (BV)

Esta unidad se presenta en las terrazas fluviales de edad reciente dentro de la Llanura aluvial localizada en el Bosque Seco Subtropical. Constituye una extensa formación de suelos jóvenes formadas por los depósitos de los Ríos Las Cuevas, Grande y Yaque del Sur, que son dedicados a una agricultura intensiva debido a sus características físico-químicas y las posibilidades de irrigación de las tierras mediante el uso de las aguas de las corrientes citadas.

El relieve general es plano, con pendientes que varían de plano a plano cóncava, áreas muy localizadas. Los suelos son profundos, pesados poco pedregosos, con drenaje natural imperfecto a pobre con ocasionales ascensos del nivel freático dentro del primer

metro, principalmente en las áreas más bajas dedicadas al cultivo del arroz. La fertilidad natural es moderada a alta.

Esta formada por el Conjunto Buena Vista en un 90%, con inclusiones del Conjunto Padre Las Casas en un 10%. Esta unidad ocupa una extensión de 1,262 has, equivalentes al 0.8 % del área bajo estudio, localizadas en el curso bajo del Río Las Cuevas antes de su entrada a la presa y en las proximidades de la confluencia del Arroyo Ocoa con esa corriente fluvial, en una zona dedicada principalmente al cultivo de arroz irrigado con tomas directas del río.

Asociación Padre Las Casas- Misceláneo Pedregoso (PLCa-MP)

Corresponde a la parte de la Llanura fluvial que constituye el lecho mayor de los Ríos Las Cuevas, Grande y Yaque del Sur, dentro del Bosque Seco Subtropical y en una franja de terrenos que bordea a esas corrientes fluviales, con pendientes planas a casi planas. Se origina a partir de sedimentos heterométricos, principalmente arena y gravas calcáreas, en ocasiones en una matriz más fina.

Esta formada por los Conjuntos Padre Las Casas, con un 45% de ocurrencia, que ocupa las zonas distales con respecto al eje de los ríos, donde los materiales se han depositado en forma estratificada en época reciente, y por el Misceláneo Pedregoso que constituye el lecho menor o valle actual del río y sus barras de playa, que presenta un 40 % de ocurrencia. Se presenta un 15% de inclusiones del Conjunto Buena Vista.

Se trata de suelos bien drenados, pedregosos, y con profundidad moderada en el miembro principal de la Asociación, y superficial en el Misceláneo Pedregoso debido a las frecuentes inundaciones de esta área. La fertilidad natural es moderada a baja y muy baja.

Esta Asociación abarca una superficie de 3,411 has, equivalentes al 2.0 % del área de estudio. Su uso actual principal es Plátanos, guineos, maíz, yuca y arroz, además de matorrales típicos de bosque seco.

Interpretación de los Datos del Levantamiento

Descripción de las Unidades de Manejo

Para la creación de estas unidades se toman en consideración diversos factores asociados a las condiciones climáticas de la zona, la caracterización físico-química y morfología de los suelos, las unidades de suelos resultantes y los riesgos que implica su uso y manejo, en términos de la erosión y remoción en masa principalmente. Esto determina la necesidad de agrupar algunas unidades que presentan rasgos comunes en relación a los aspectos citados, aun cuando correspondan a clasificaciones taxonómicas distintas y a diferentes unidades de mapeo.

Este análisis prioriza las zonas de mayor factibilidad para un uso y manejo acorde con la vocación de los suelos, dentro de los nueve (9) sectores de trabajo establecidos por el Proyecto, cuyos límites han sido definidos en este estudio en base a límites naturales de carácter hidrológico.

Unidad de manejo Num. 1 (UM-1)

Comprende los sectores ubicados a mayor altitud, entre los 1500-2000 y más de 2000m., como parte de un macizo montañoso integrado a los parques nacionales de Valle Nuevo, hacia la zona sureste y este de la cuenca en la subcuenca del Río Las Cuevas, y el límite norte- noroeste en dirección a la subcuenca del Río Yaque Del Sur, dentro del parque José Del Carmen Ramírez.

Representa un sector de vital importancia para el régimen hidrológico de la cuenca por ser el nacimiento de importantes afluentes de ambas corrientes fluviales, parte de la reserva forestal del país y asiento de importantes especies de fauna típicas de ese ecosistema.

Esta unidad de manejo constituye en gran parte las citadas áreas protegidas, parte del sector Los Fríos y de la zona donde nace el Arroyo Guayabal, uno de los principales tributarios del Río Las Cuevas y localizado en el sector de trabajo del mismo nombre,

Incluye las unidades cartográficas que corresponden a zonas de montaña identificadas como las Asociaciones Valle Nuevo- Tetero de Mejía; Arroyo Guayabal-Gajo de Monte, y El Roblito-Arroyo Guayabal, además de las vertientes altas que constituyen la Consociación El Picacho y las montañas bajas de la Consociación El Roblito.

En general, se trata de suelos con pendiente escarpada a muy escarpada, que alcanza a ser ligeramente inclinada a inclinada en pequeños valles y cimas montañosas y que presentan como rasgos comunes: su alta susceptibilidad a la erosión, poca profundidad efectiva, alta pedregosidad, alta permeabilidad y drenaje excesivo.

Desde el punto de vista químico presentan un pH ácido a fuertemente ácido, baja capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, pobre contenido de materia orgánica a partir del primer estrato y bajos niveles de fertilidad natural.

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase VIIes (no arables, aptos para vegetación forestal, debido a sus limitaciones en las características

del suelo y la alta susceptibilidad a la erosión), a pesar de que en gran parte de la unidad la cobertura forestal reduce su condición de erosión actual, como puede apreciarse en los mapas elaborados en el capítulo correspondiente.

Mayores detalles sobre esta unidad de manejo se presentan en el capítulo de Áreas Protegidas, que incluye aspectos sobre la flora y fauna, y algunas recomendaciones de manejo, orientadas al mantenimiento y mejoramiento de la vegetación forestal y de las especies que comprenden el sotobosque.

Unidad de Manejo Num. 2 (UM-2)

Corresponde a las vertientes onduladas situadas a una altitud entre los 1000 y 1500 m que bordean a los poblados Monte Frió, El Montazo, La Cucarita, La Malaguita, Los Guayuyos, Gajo de Monte y El Botoncillo, que forman parte de la franja de amortiguamiento del Parque José Del Carmen Ramírez, en la subcuenca del Río Grande, en los sectores de Trabajo Los Fríos y Las Cañitas.

Esta unidad de manejo representa uno de los sectores más complejos desde el punto de vista del uso y manejo del suelo, en virtud de que se trata del sector con mayores problemas erosivos en la parte alta y donde existe el mayor número de comunidades. En consecuencia el uso de las vertientes es relativamente intensivo, aumentando los riesgos de erosión y pérdida de productividad y promoviendo, a su vez, un uso más intensivo de las zonas altas.

Incluye la unidad cartográfica que corresponde a la Consociación Las Cañitas, que son suelos con pendiente inclinada a escarpada, que se torna ligeramente inclinada a inclinada en la parte baja de las ondulaciones y en las crestas de las montañas. Presentan erosión ligera a moderada, poca a moderada profundidad efectiva, alta pedregosidad, alta permeabilidad y drenaje excesivo.

Desde el punto de vista químico se caracterizan por un pH ácido a fuertemente ácido, con alta acidez intercambiada y niveles altos de aluminio debido a la alta lixiviación; tienen baja a media capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, pobre contenido de materia orgánica a partir del primer estrato y bajos niveles de fertilidad natural.

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase Vles (no arables, aptos para pasto, agroforestería, frutales y manejo forestal), tomando en cuenta sus limitaciones en las características del suelo y la alta susceptibilidad a la erosión.

Hacia la parte baja de las ondulaciones, próximo al poblado de Las Cañitas, las pendientes más suaves permiten un uso más intensivo con riego presurizado, evitando al máximo incrementar los problemas erosivos. En estas zonas podrían desarrollarse cultivos hortícola, papas, habichuelas, y potenciarse el café de calidad, a condición de aplicar algunas enmiendas calcicas para reducir la acidez y el efecto de la presencia del aluminio.

Unidad de Manejo Num. 3 (UM-3)

Corresponde a los Valles de origen fluvio-lacustre localizados dentro del Bosque Húmedo Montano Bajo, en áreas con predominio de sedimentos finos como las ubicadas en el Valle de Constanza, en la subcuenca alta del Río Grande, en la microcuenca del Arroyo Constanza y en pequeños valles diseminados dentro de la zona montañosa, llegando hasta la subcuenca del Río Las Cuevas, como es el caso de la parte baja de la Sabana de San Juan.

Estas geoformas se caracterizan en que los materiales sedimentarios de texturas finas se depositan en áreas bajas de condiciones originalmente lacustre, lo cual contribuye a la alta retención de humedad de los suelos y ocasionales problemas de drenaje. La pendiente varía de plano a plano-cóncavo, con pequeñas áreas con pendiente ligeramente inclinada.

Incluye la unidad cartográfica correspondiente a la Consociación Constanza, formada por suelos arcillosos pesados, bien estructurados, profundos, poco pedregosos y con drenaje natural imperfecto a pobre con un nivel freático que fluctúa dentro del primer metro de profundidad en las áreas plano-cóncavas.

Desde el punto de vista químico se caracterizan por un pH ligeramente ácido a ácido, baja a moderadas capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, medio a bajo contenido de materia orgánica, y fertilidad natural moderada.

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase IIIes (arables con moderadas limitaciones de erosión y suelos). Son aptos para una gran variedad de cultivos, como habichuelas, papa, ajo cebolla, repollo, zanahoria. Remolacha y otras hortalizas, gracias a las condiciones climáticas reinantes en la zona y la disponibilidad de agua. Actualmente el manejo es intensivo y con buena productividad.

Unidad de Manejo Num. 4 (UM-4)

Comprende varios valles altos de naturaleza coluvio aluvial localizados dentro del Bosque Húmedo Montano Bajo, en áreas donde se depositan sedimentos medios y gruesos, como los ubicados en los sectores La Culata, El Picacho y La Ciénaga la subcuenca del Río Grande, los sectores Los Pinalitos, Los Anegadizos y Los Vallecitos, en la misma subcuenca, y en Yaque y el Valle del Tetero, en la subcuenca del Río Yaque del Sur, todos localizados hacia el límite norte de la zona de estudio.

Se caracterizan por la presencia de materiales sedimentarios heterométricos que se depositan próximos a los cursos de agua y como aporte de las vertientes circundantes en forma de coluviones. Esto da lugar a suelos con pendiente inclinada a casi plana en las partes bajas, que presentan erosión ligera en las áreas inclinadas.

Incluye la unidad cartográfica identificada como Asociación Arroyo Hondo-La Culata, formada por suelos franco grueso y franco fino, bien estructurado, profundo, algo pedregoso, con moderada retención de humedad y con buen drenaje natural.

Desde el punto de vista químico se caracterizan por un pH ligeramente ácido, muy alta capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, alto a muy alto contenido de materia orgánica, y fertilidad natural alta.

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase IIIsw (arables con moderadas limitaciones de suelos pesados y drenaje). Son aptos para una gran diversidad de cultivos, como ajo cebolla, repollo, zanahoria. Remolacha y otras hortalizas, que se benefician del microclima local y de la fertilidad de los suelos. En la actualidad su manejo muy intensivo ha generado problemas de compactación y de costras en algunas áreas, además de contaminación por el uso extendido de agroquímicos

En cuanto al manejo, se recomienda disminuir la intensidad de las labores aplicando técnicas de labranza mínima y cero labranza, drenaje artificial debidamente diseñado y una reducción significativa en el uso de productos químicos.

Unidad de Manejo Num. 5 (UM-5)

Comprende las colinas altas y disectadas localizados dentro del Bosque Húmedo Subtropical, con elevaciones cercanas a los 1000 m y alto grado de disección debido a la acción de los numerosos arroyos que fluyen hacia los Ríos Las Cuevas, Grande y Yaque del Sur. Presentan pendiente escarpada y cimas redondeadas, que generalmente manifiestan un relieve ondulado con pendientes ligeramente inclinadas.

Se caracterizan por su origen netamente sedimentario con materiales clásticos como areniscas y conglomerados y no clásticos como las calizas y margas. El nivel de erosión es severo debido a que los materiales sedimentarios originan suelos muy erodables y propensos a remociones masales, como se observa en el camino que conduce a Guayabal desde Padre Las Casas, donde son frecuentes los derrumbes y deslizamientos durante la temporada de lluvias. En cambio en las áreas de menor pendiente y cimas como Monte Bonito la erosión tiende a ser menor.

Incluye la unidad cartográfica correspondiente a la Asociación Monte Bonito- El Roblito, formada por suelos con textura franco gruesas, pedregoso, moderados a poco profundos, y con drenaje natural excesivo en las áreas de mayor pendiente, y bueno en las partes más bajas y cimas redondeadas

Desde el punto de vista químico se caracterizan por un pH ácido a muy ácido bajas capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, debido a los intensos fenómenos de lixiviación; bajo contenido de materia orgánica, y fertilidad natural baja que mejora hacia las áreas bajas

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase VIes (no arables con fuertes limitaciones de erosión y suelos), con áreas de pendiente ligeramente inclinada donde los suelos pueden alcanzar a la subclase IVes.

Son aptos para una gran diversidad de cultivos en áreas de menor pendiente, como cebolla, ajíes, zanahoria y otras hortalizas, que se benefician del microclima local y de la fertilidad de los suelos. Hacia las vertientes y zonas alta de las colinas se desarrollan bien los frutales y el café, en sistemas agroforestales que pueden incluir Guandul, guineos, plátanos y otros cultivos.

En cuanto al manejo, se requiere la realización de prácticas de conservación de suelos intensas para reducir los riesgos de erosión y de remoción masal y así evitar un incremento de la de la degradación de los suelos.

Unidad de Manejo Num. 6 (UM-6)

Corresponde a la vertiente o laderas dentro del Bosque Húmedo Subtropical, como parte de un relieve general ondulado y disectado, formado por materiales sedimentarios, principalmente calizas, margas arenosas, conglomerados y areniscas, que unido a la pendiente inclinada a escarpada, le confieren a los suelos cierta susceptibilidad a la erosión y remoción en masa, con un nivel moderado a severo, aumentando con la pendiente.

Esta unidad de manejo se presenta en las laderas que vierten hacia los principales ríos el curso bajo de los principales ríos de la zona de estudio, en los sectores de trabajo Padre Las Casas en Monte Bonito, La Siembra Las Laguna y Bohechio, hacia Arroyo Cano y parte de Los Naranjos.

La unidad cartográfica que la conforma es la Asociación Arroyo Cano-Los Naranjos, formada por suelos con textura franco gruesas, pedregosos, moderados a poco profundos, y con drenaje natural bueno a algo excesivo en las áreas de mayor pendiente, baja retención de humedad.

Desde el punto de vista químico se caracterizan por un pH ligeramente alcalino, moderadas capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, alto contenido de materia orgánica en los primeros estratos del miembro dominante, contenido que disminuye en el miembro secundario asociado a las mayores pendientes y nivel de erosión, la fertilidad natural es moderada a baja, en dirección a las mayores pendientes.

De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso pertenecen a la subclase IVes (arables limitados con fuertes limitaciones de erosión y suelos) en las áreas de pendiente ligeramente inclinada, que puede llegar a VIes donde los suelos presentan pendientes fuertemente inclinadas a escarpadas, en las partes altas de las vertientes.

Muchas de estas vertientes están en la actualidad bajo arbustos, pastos y frutos menores, pero son aptos para cultivos como guandul, maíz, yuca, plátano y otros renglones, a condición de que se realicen prácticas de conservación de suelos, principalmente en las áreas de mayor pendiente, donde prosperarían de manera más factible los frutales.

Unidad de Manejo Num. 7 (UM-7)

Esta conformada por las colinas bajas y vertientes localizadas dentro del Bosque Seco Subtropical, que circundan al Municipio de Padre Las Casas y forman parte de este sector de trabajo. Constituyen los suelos con mayores limitaciones edáficas y climáticas de la zona de estudio. Se caracterizan por la presencia de materiales sedimentarios clásticos, principalmente conglomerados y areniscas en mezcla con margas arenosas y calizas estratificadas.

El relieve general es colinado con pendientes fuertemente inclinadas a escarpadas, y con vertientes bien definidas donde la pendiente es ligeramente inclinada a casi plana en la parte baja y en algunas áreas de transición hacia las formaciones fluviales o llanura de los Ríos Las Cuevas y Grande, en las cuales aparecen vertientes que adoptan la forma de mesetas planas, como en la zona del mismo nombre.

La erosión es ligera moderada en las vertientes con pendiente suave, aumentando a moderada y severa hacia las colinas, donde la pendiente es mayor y los suelos más susceptibles a los fenómenos erosivos.

Los suelos resultantes son superficiales, pedregosos, con baja retención de humedad y con drenaje natural bueno a excesivo, en las colinas. En las vertientes son moderadamente profundos y poco profundos en la parte baja de las vertientes.

Esta unidad de manejo está formada por la Consociación El Manaclar y por la Asociación Manaclar-Loma Vieja. Se presenta en el sector de trabajo Padre Las Casas, y al sur del sector Bohechio.

En términos químicos presentan un pH alcalino, alta capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, muchos carbonatos y libre y alta saturación de calcio; la materia orgánica es moderada a baja y la fertilidad natural se comporta en igual sentido.

Por su capacidad de uso se clasifican dentro de la subclase VIes (no arables por fuertes limitaciones de erosión y suelos), mejorando hacia la parte baja de las vertientes y pasando a las subclases IVes y IIIes.

Actualmente su uso es intensivo en la parte baja de las vertientes, donde se desarrollan habichuelas, guandul, frutales, plátano y otros cultivos. En la parte alta hay extensas áreas bajo vegetación xerofítica y cultivos de frutos menores para subsistencia.

Unidad de Manejo Num.8

Representa a los valles actuales o vegas y a las llanuras fluviales que forman parte del lecho mayor de los principales ríos de la zona de estudio en la zona de transición hacia su curso bajo, o bien como parte del mismo. Está formada por sedimentos de edad reciente y actual depositados por las corrientes de los ríos durante los eventos climáticos de importancia, gracias a la dinámica fluvial y a los cambios en la pendiente del valle.

Esto da lugar a suelos muy jóvenes, estratificados y con un decrecimiento irregular de la materia orgánica, donde las inundaciones periódicas han formado las distintas capas que conforman el perfil del suelo, y donde los sedimentos gruesos actuales han formado misceláneos pedregosos, compuestos esencialmente por cantos rodados.

El relieve general es ligeramente inclinado a plano, con las pendientes más suaves en la dirección del curso bajo de los ríos antes de su entrada en la presa. Los suelos son poco profundos, con texturas franco-gruesas, débilmente estructurados, con baja retención de humedad y drenaje bueno.

En términos químicos se trata de suelos con un pH alcalino, moderada a alta capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, muchos carbonatos y libre

y alta saturación de calcio; la materia orgánica es baja y tiende a decrecer de forma irregular. La fertilidad natural es moderada a baja, disminuyendo en las áreas pedregosas.

Esta unidad de manejo esta formada por la Consociacion Padre Las Casas y por la Asociación Padre Las Casa-Misceláneo Pedregoso. Se presenta en el sector de trabajo Padre Las Casas, y al sur del sector Bohechio, como parte de las áreas deposicionales mas próximas a los cursos de agua y en las terrazas bajas

Por su capacidad de uso se clasifican dentro de la subclase Vsw (no arables por fuertes limitaciones de suelos y riesgo de inundación).

Actualmente su uso es intensivo, a base de plátanos, guineos, batata hortalizas y habichuelas, así como algunas áreas bajo pasto y barbechos cubiertos por arbustos.

Unidad de Manejo Num. 9 (UM-9)

Corresponde a las terrazas recientes ubicadas dentro del gran paisaje que representa la Llanura aluvial reciente, en el Bosque Seco Subtropical, donde los procesos de inundación solo alcanzan a desarrollarse durante eventos climáticos extraordinarios, formando terrazas de edad reciente originadas por sedimentos finos y medios, en el curso bajo de las principales corrientes fluviales, como parte de su acción deposicional.

El relieve general es plano y con microondulaciones, con pendientes casi planas a plano concavo en áreas muy localizadas. Los suelos son jóvenes, estratificados y con un decrecimiento irregular de la materia orgánica; son moderadamente profundos, con texturas franco-finas e intercalaciones gruesa, estructurados, con baja retención de humedad y drenaje pobre, ya que pesar de que su régimen de humedad se corresponde con el déficit pluviométrico de la zona, el riego frecuente con tomas directas de los ríos ha generado una condición de drenaje pobre, aprovechado para el cultivo del arroz.

En términos químicos son suelos con un pH alcalino, altas capacidad de intercambio cationico y de saturación de bases, pocos carbonatos y libre y alta saturación de calcio; la materia orgánica es moderada a baja. La fertilidad natural es moderada a alta. Esta unidad de manejo esta formada por la Consociacion Buena Vista y se presenta en los sectores de trabajo Padre Las Casas y Bohechio.

Por su capacidad de uso se clasifican dentro de la subclase IIIsw (arables con moderadas limitaciones de suelo y exceso de humedad). Áreas bajas, con nivel freático alto por efecto de la alta frecuencia de riego, alcanzan a la subclase Vsw.

Actualmente su uso es muy intensivo, a base de arroz con inundación, además plátanos, guineos, batata hortalizas y habichuelas, estos últimos renglones se desarrollan como parte de una rotación con el arroz y previo drenaje artificial, con una rentabilidad relativamente alta.

Manejo de los Suelos por Sectores de Trabajo

En aras de facilitar este análisis, se han agrupado los sectores de acuerdo a cierto nivel de afinidad en determinadas características, como zona de vida , altitud y suelos, además, su ubicación geográfica relativa. De acuerdo a estos criterios, se han establecido cuatro (4) zonas que excluyen las correspondientes a las Áreas Protegidas, cuyo manejo es enfocado en el capítulo correspondiente.

En cada una de estas zonas, se realizó un análisis integrado de las unidades de suelos, las pendientes, los riesgos de erosión y la unidad de manejo asignada, con la finalidad de analizar en forma más detallada, la factibilidad de los usos y sistemas de manejo propuestos, en lugar de confeccionar un mapa de unidades de manejo que normalmente guarda mucha semejanza con el mapa de suelos y por lo general unifica lo que se ha separado previamente.

Las zonas o agrupaciones de sectores son las siguientes:

- I- Palero y Maldonado
- II- Las Cañitas y Los Fríos
- III- Guayabal, La Siembra y Las Lagunas
- IV- Bohechio y Padre Las Casas

Sectores Palero y Maldonado

Ambos sectores pueden ser definidos en términos de un perfil longitudinal o secuencia fisiográfica de áreas montañosas, vertientes y valles, que determina marcadas diferencias edáficas. Esta toposecuencia puede ser analizada, al observar el mapa de esta zona donde se visualizan la parte alta correspondiente a suelos de la Asociación El Roblito-Arroyo Guayabal, con las vertientes de la Consociación Las Cañitas y el Valle fluvio lacustre de Constanza la unidad del mismo nombre y el área de la Sabana de San Juan en la subcuenca del Río Las Cuevas, o bien la citada asociación con los valles coluvio aluviales que corresponden a la Asociación Arroyo Hondo-La Culata.

En ese mismo orden, se consideran viables las recomendaciones establecidas en la Unidad de Manejo Num1, relativas a la importancia del uso forestal en la parte alta, el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles, con énfasis en los frutales, además de la floricultura, en las vertientes y en algunos firmes de pendiente suave. Siempre acompañados de prácticas conservacionistas

En los valles la situación del uso y manejo de los suelos se torna diferentes. En el caso de Constanza y la parte baja de Sabana de San Juan, que corresponden a la Unidad de Manejo Num. 3, el uso de los suelos parece apropiado, pero el manejo intensivo de los suelos y las bajas eficiencias de riego obligan al drenaje artificial de los suelos , a una adecuada selección de cultivos y a un manejo cuidadoso de agroquímicos para reducir los problemas de contaminación ambiental.

En los valles coluvio aluviales el manejo debe orientarse al uso de prácticas conservacionistas en las áreas ligeramente inclinadas y a una fertilización racional para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Estos valles corresponden a la Unidad de Manejo Num. 4.

Sectores Los Frios-Las Cañitas

Se caracterizan por su ubicación dentro de una zona de montaña interrumpida por pequeñas vertientes y valles coluvio aluviales, además de cimas montañosas donde nacen un gran número de arroyos. Hacia el sector Los Frios las pendientes son muy escarpadas, con excepción de la zona del Alto de Maximiliano y el área de Agüita de Vidal, además del norte de Gajo de Monte, hacia Vallecito y El Tetero donde las pendientes son menores y con ello disminuyen los riesgos de erosión.

Sin embargo en áreas como Vallecito donde pueden presentarse problemas de drenaje, se reportaron problemas para la plantación de aguacate y otros frutales sensibles al encharcamiento, por lo cual los campesinos prefieren el cultivo de habichuelas, café y limón, sobre todo en las vertientes. En algunas partes en Vallecito los suelos no presentan problemas de drenaje, pero son pedregosos.

En cambio en el sector Las Cañitas los problemas de erosión son moderados, con excepción del área donde se ubica el poblado de Las Cañitas, que alcanzan a ser moderadamente alta.

Esta zona se corresponde con la unidad de manejo identificada como Num. 2 principalmente, con algunas áreas altas dentro de la unidad Num. 1. Para la unidad predominante se consideran factibles los sistemas agroforestales a base de frutales y de café. En el caso de la siembra de frutos menores, hay evidencias de la incidencia de fenómenos erosivos de tipo laminar en áreas que son cultivadas de habichuelas y hortalizas en forma intensa, por lo cual se recomienda en estos casos el uso de prácticas de conservación de suelos, aunque el uso mayor debe ser más extensivo y con mayor efecto protector para el suelo.

El uso de riego presurizado, como en el área de Botoncillo y en las vertientes de Gajo de Monte, parece una buena alternativa siempre que se acompañe de las prácticas de manejo conservacionista. Este criterio es extensivo al área de La Majaguita, donde es común el arado con bueyes. En Botoncillo se presentan las áreas de mayor susceptibilidad a la erosión y a la remoción en masa, debido a las fuertes pendientes y el uso y manejo de los suelos.

Sectores Guayabal, La Siembra y Las Lagunas

Corresponde a las vertientes escarpadas de colinas que se presentan en el sector de Guayabal, y vertientes ligeramente inclinadas hasta casi planas que ocurren en los sectores La Siembra, Las Lagunas y parte del sector Bohechio. Son suelos con una capacidad de uso variable y diferente susceptibilidad a la erosión.

En el sector Guayabal la erosión es moderadamente alta a alta, con excepción de pequeñas áreas alrededor del poblado de Las Cañitas. Pero en general las fuertes pendientes y el grado de pedregosidad que caracteriza a las vertientes y colinas bajas cercanas a Guayabal, determinan un potencial de los suelos enfocado hacia la agroforestería, ganadería y sistemas silvopastoriles. A pesar de la factibilidad del cultivo de frutos menores con riego presurizado y prácticas de conservación, utilizando las piedras existentes en superficie como barreras muertas y pequeños diques o muros de mampostería.

Diferente a las vertientes de La Siembra y Las Lagunas que presentan pendientes mas suaves, rangos de erosion que varian de baja a moderada y permiten un uso mas intensivo, como ocurre en la actualidad en muchas areas donde se desarrolla el cultivo de habichuelas y pastos naturales para una ganaderia extensiva. En estos sectores prosperan bien el cultivo de habichuelas, papas y otros renglones, con frecuencia con manejo bajo riego. Hacia las zonas de montañas bajas y vertientes inclinadas a escarpadas que bordean a estos dos sectores se incrementan los niveles de erosion, en areas bajo pasto y frutos menores.

En ambos sectores la apertura de caminos de herradura ha provocado un incremento de los problemas de erosion y de derrumbes y deslizamientos, principalmente en la parte alta del sector de La Siembra.

Algunas areas bajas en Las Lagunas presentan suelos muy profundos y de colores oscuros asociados a un enriquecimiento en materia organica y ocasiones fenómenos de oxido-reduccion de hierro. Estas areas presentan problemas de drenaje en la epoca de lluvias, por lo cual requieren drenaje artificial.

En La Siembra se presentan disecciones con algunas areas en forma de lomerios con pendiente de forma plano-convexa y plano concava, donde es factible un uso mas intensivo, pero con riesgos de erosion de tipo laminar.

Corresponden a las unidades de manejo números 5 y 6, donde en general, los usos mas factibles son la agroforesteria para el sector Guayabal; la ganaderia y sistemas agrosilvopastoriles en La Siembra, y el cultivo intensivo con manejo bajo riego y la ganaderia en Las Lagunas.

El manejo conservacionista es un denominador comun en estas vertientes y colinas, debido a su susceptibilidad a la erosion y al hecho de que los suelos tienen un cierto potencial productivo, para satisfacer demandas alimenticias de zonas con densidad poblacional relativamente altas.

Sectores Bohechio-Padre Las Casas

Representa una amplia zona que corresponde a la transición de las colinas altas que circundan a los Municipios de Bohechio y Padre Las Casas, hacia los valles y llanuras aluviales en el curso bajo de los ríos Las Cuevas, Grande y Yaque del Sur, antes de su entrada a la presa de Sabana Yegua. Por tanto, esta conformada por tierras altas correspondientes a las unidades de suelo Manaclar y Loma Vieja; las vertientes de las unidades Arroyo Cano y Los Naranjos y las llanuras de la unidad Padre Las Casas, Buena Vista y el Miscelaneo Pedregoso, dentro de la zona de vida Bosque Seco subtropical. Además de la transición hacia el Bosque Húmedo Subtropical en las vertientes próximas a Monte Bonito.

En función de las diferentes unidades y su posición fisiográfica, se presentan suelos muy contrastantes y con distintos potenciales de uso y manejo, como respuestas a características tales como; poca profundidad y pedregosidad de los suelos de colinas y vertientes, muy susceptibles a la erosión, y suelos moderadamente profundos a profundos, de texturas medias y finas y mayor fertilidad en las tierras bajas de valles y llanuras.

En el sector Bohechio la erosión varía de alta a excesiva, principalmente al norte de Arroyo Cano y en Los Naranjos; alta a muy alta al este de Bohechio, en Monte La Vara, Los cercadillos y Loma Vieja. Hacia las vertientes de Arroyo Cano y El guayabo la erosión es moderada, en áreas con pendiente ligeramente inclinada a inclinada, bajo un uso agrícola intensivo, que incluye habichuelas, maíz y guandul, además de café y aguacate.

En la parte del curso bajo del río Yaque la erosión es baja, ya que se trata de llanuras aluviales y terrazas bajas con uso agrícola muy intensivo, como es el caso de El Coco, El Palmar, La Vereda y La Guama, que incluye cultivos de arroz, habichuelas, yuca, maíz y ayuama, entre otros.

En el Sector Padre Las Casas, hacia la parte norte y nordeste, en las Lomas de El Manaclar y Las Canelillas la erosión es alta, disminuyendo a moderada hacia las vertientes y firmes de Monte Bonito, e incrementándose en una zona muy disectada, situada al sureste disectada por numerosos arroyos que conforman la red hidrográfica del río Las Cuevas, hacia las lomas de El Pomo, Los Piquitos y Vieja Ana, donde se pudo observar cultivos de frutos menores con algunas obras de conservación de suelos que no alcanzan a mitigar los problemas de erosión, debido a las fuertes pendientes y a la susceptibilidad de los suelos,

Este sector incluye una zona de vertientes onduladas hacia Palomino y Los Caños, con pendiente suave y ligeramente inclinado, donde se presentan áreas con suelos rojizos y poco profundos sobre calizas, pero predominan suelos oscuros con abundante grava fina en una matriz arcillosa, que son cultivados de frutos menores de manera intensa, principalmente maíz. Cerca de Los Caños las vertientes onduladas y los pequeños valles que se forman en la parte baja reúnen excelentes condiciones para ganadería extensiva en sistemas silvopastoriles, además de frutales.

En las áreas de depósitos recientes y actuales de los Ríos Las Cuevas, Grande y Yaque Sur, es común el cultivo del arroz, combinado con otros renglones agrícolas como habichuelas y hortícola en las áreas con sedimentos más finos. En las partes pedregosas próximas o dentro del valle actual se presentan suelos gravosos y pedregosos con abundante arena, que conforman el misceláneo pedregoso en barras de playas y depósitos actuales, mezclados con suelos más finos y de mayor profundidad y fertilidad.

Los mejores suelos de este sector corresponden a las terrazas aluviales recientes, localizadas en posiciones más distales de los ríos y donde se han depositado los materiales más finos, ello permite un uso más intensivo de los suelos, principalmente en arroz bajo riego con tomas directas de los ríos, con un manejo irracional del agua que ha originado problemas de drenaje y degradación de los caminos, además de la formación de costras superficiales en áreas muy localizadas.

Esta zona incluye a las unidades de manejo 7,8 y 9 y parte de la Num.6, en las cuales los sistemas de uso y manejo parecen apropiados para las condiciones descritas

ANÁLISIS DEL USO DE LA TIERRA PARA EL PERÍODO 1984 - 2003

De acuerdo al mapa anexo, se encontraron 10 Clases de uso en la zona mencionada. A continuación las Tablas No. 24 y 25, muestran la situación en los años analizados.

Tabla No. 24. Uso de la Tierra 1984, 1996 y 2003.

Clase	1984	%	1996	%	2003	%
Agricultura Mixta y Pasto	68.386,00	41,00	46.370,16	27,80	31.793,39	19,06
Cultivos Intensivos	12.447,00	7,46	11.845,81	7,10	589,43	0,35
Bosque Conifera	53.636,00	32,16	58.517,23	35,08	49.762,42	29,83
Bosque Latifoliado	8.009,00	4,80	22.057,16	13,22	22.155,56	13,28
Presas	1.084,00	0,65	620,36	0,37	633,79	0,38
Arroz	1.400,00	0,84	5,79	0,00	64,28	0,04
Zona Poblada	63,00	0,04	317,70	0,19	513,53	0,31
Matorrales	7.314,00	4,39	7.925,76	4,75	24.212,62	14,52
Café	2.044,00	1,23	3.330,53	2,00	5.574,87	3,34
Bosque Seco	12.411,00	7,44	15.919,62	9,54	31.688,91	19,00
Totales	166.794,00	100,00	166.910,11	100,07	166.988,81	100,12

Tabla No. 25. Cambio de Uso de la Tierra 1984, 1996 y 2003.

Clase	Ha		%		Ha		%	
	1984-1996	1984-1996	1996-2003	1996-2003	1984-2003	1984-2003	1984-2003	1984-2003
Agricultura Mixta y Pasto	22.016	13,20	14.576,77	8,74	36.592,61	21,94		
Cultivos Intensivos	601	0,36	11.256,37	6,75	11.857,57	7,11		
Bosque Confiera	- 4.881	- 2,93	8.754,80	5,25	3.873,58	2,32		
Bosque Latifoliado	- 14.048	- 8,42	- 98,40	- 0,06	- 14.146,56	- 8,48		
Presas	464	0,28	- 13,43	- 0,01	450,21	0,27		
Arroz	1.394	0,84	- 58,49	- 0,04	1.335,72	0,80		
Zona Poblada	- 255	- 0,15	- 195,82	- 0,12	- 450,53	- 0,27		
Matorrales	- 612	- 0,37	- 16.286,86	- 9,76	- 16.898,62	- 10,13		
Café	- 1.287	- 0,77	- 2.244,34	- 1,35	- 3.530,87	- 2,12		
Bosque Seco	- 3.509	- 2,10	- 15.769,30	- 9,45	- 19.277,91	- 11,56		

- **Agricultura mixta y pasto:** para el 1984 existían 68,386.00 ha correspondiente al 41.00%; en 1996 existían unas 46,370.16 ha, equivalente a un 27.78% del total; siendo para el año 2003 de 31,793.39 ha (19.03% del total) produciéndose por tanto una disminución de un 13.20% entre 1984 y 1996 y de 8.74% entre el 1996 y 2003 del área total. Entre el año 1984 y 2003 disminuyó 36,595.61 ha equivalente a una reducción de un 21.94%.

- **El bosque de conífera y el bosque latifoliado** en el 1984 cubrían un área de 53,636.00 ha (32.16%) y de 8,009.00 ha (4.80%), en el año 1996 tenían 58,517.23 (35.06%) y 22,057.16 ha (13.21%) ha respectivamente; aumentando por tanto en un 4.88% y 14.05% en los años mencionados. En el 2003 ocuparon una extensión de 49,762.42 ha (29.80%) y 22,155.56 ha (13.27%) respectivamente y, entre 1996 y 2003 las coníferas disminuyeron en un 5.25% y las latifoliadas aumentaron en un 0.06%.
- Entre el 1984 y 2003 el bosque de conífera disminuyó 3,873.58 ha, equivalente al 2.32%. En cuanto al bosque latifoliado aumento 14,146.56 ha correspondiente al 8.48%.
- El bosque seco alcanzó 12,411.00 (7.44%); 15,919.62 (9.54%) y 31,688.91 ha (18.98%) respectivamente durante los años 1984, 1996 y 2003; notándose un gran incremento de esta área. Con relación a los años 1984 y 2003 este aumento en 19,277.91 ha equivalente al 11.56%.
- El cultivo del café para el año 1984 tenía 2,044.00 ha (1.23%), para el 1996 representó el 2% del área total, esto es unas 3,330.53 ha y, hacia el año 2003 aumento en 1.35%, con un área de 5,574.87 ha correspondiente a un 3.34% del área total. Comparando el período 1984 hasta el 2003 este renglón aumento en 3,530.87 ha correspondiente al 2.12% de incremento.
- Los matorrales alcanzaron 7,314.00 (4.39%); 7,925.76 (4.75%) y 24,212.62 ha (14.50%) durante los años 1984, 1996 y 2003 respectivamente; produciéndose por tanto un aumento de 0.37% y 9.76 %. Entre el 1984 y 2003 aumento en 16,848.62 ha equivalente a un incremento del 10.13%.
- La producción de arroz tenía unas 1,400 (0.84%); 5.79 y 64.28 ha (0.04%) para los años analizados, produciéndose una disminución de 1,394.00 ha entre los años 1984 y 1996. Hacia el año 2003 aumento con relación al 1996 en 58.49 ha. Tomando como referencia el período 1984 hasta el 2003, este rublo disminuyo 1,335.72 ha equivalente a 0.80%.
- La zona poblada para los años 1984, 1996 y 2003 tenía 63.00 ha, 317.70 ha y 513.53 ha respectivamente, mostrando un aumento progresivo del área. Entre el 1984 y 1996 aumentó 255 ha y entre el 1984 y 2003 aumento 450.53 ha.

EROSIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA DEL EMBALSE DE SABANA YEGUA (*)²

Dentro de este apartado se calcula la erosión hídrica que se produce a nivel general en la cuenca del embalse de Sabana Yegua, diferenciando la erosión en los cauces de desagüe de la que se produce en el conjunto de tierras que conforman la cuenca de recepción. Los cauces de desagüe son los cauces de los ríos, arroyos y cañadas que componen la red de drenaje de la cuenca. La erosión en la cuenca de recepción se subdivide,

^{*2} Esta sección del trabajo corresponde a una revisión y actualización del trabajo realizado por el técnico español Juan Fadón, que por poseer un alto nivel de precisión y calidad de información se incluye en forma íntegra, con los ajustes de actualización que permite el documento.

a su vez, en erosión laminar, en surcos, en cárcavas, en remontantes y movimientos en masa.

Dada la complejidad del fenómeno de la erosión hídrica en su conjunto, se ha procedido a calcular por separado los distintos tipos de erosión, calculándola en las siguientes partes:

- la erosión laminar y en surcos
- la erosión en cárcavas y en remontantes
- los movimientos en masa
- la erosión en los cauces de desagüe

La suma de los diferentes tipos de erosión calculados por separado nos da la erosión hídrica total de la cuenca. Una vez realizada esta operación se calcula el volumen de sedimentos que son transportados hasta la salida de la cuenca, es decir, hasta el embalse.

También se incluye el análisis de erosión hídrica y la degradación específica de los sectores Padres Las Casas, Bohechio, La Siembra, Las Lagunas, Guayabal, Los Fríos, Palero, Maldonado y Las Cañitas, identificados por la Fundación Sur Futuro como zonas de alta prioridad.

Erosión laminar y en surcos en la cuenca vertiente

Para calcular los sedimentos procedentes de la erosión laminar y en surcos de la cuenca de recepción del embalse de Sabana Yegua utilizamos la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo ($A=RKLSCP$) cuya metodología se describe anteriormente

Factor índice de erosión pluvial R

Se define como el producto de la energía cinética de un aguacero por su máxima intensidad en 30 minutos, dividido por cien. Las unidades en que se expresa son ($J.cm.m^{-2}.hora^{-1}$). Se han utilizado los datos del libro "Intensidades Máximas y Erosividad de las Lluvias en la República Dominicana", publicado por SEA.-IICA. en 1982, según el cual, para la cuenca del embalse de Sabana Yegua, R toma los siguientes valores:

Tabla No. 26 Distribución de la erosividad de las luvias en la cuenca.

Factor R	Superficie km²	%
200 - 400	56	3.4
400 - 600	249	15.1
600 - 800	309	18.8
800 - 1000	422	25.6
1000 - 1200	450	27.3
1200 - 1400	161	9.8
TOTAL	1,647	100.0

Valores de R para cada uno de los sectores se indican en la Tabla No.27

Sector	Factor R
Padre Las Casas	600
Las Lagunas	1,000
Las Cañitas	900
La Siembra	1,000
Guayabal	900
Bohechio	800
Los Fríos	1,000
Palero	324
Maldonado	324

Factor de erosionabilidad del suelo K

Para determinar el factor litológico se utiliza la información citada en el Capítulo de geología, y en donde se explica que existe información actualizada de suelos de las subcuencas de los ríos Grande del Medio y Las Cuevas, que abarcan el 78% de la superficie total de la cuenca del embalse de Sabana Yegua. En el cuadro siguiente se expone el valor calculado de K para los 41 conjuntos de suelos de las subcuencas de los ríos Las Cuevas y Grande del Medio:

Tabla No. 27. Factor erodabilidad del suelo por conjunto de suelos

Conjunto de suelos	Factor K	Sup (%)	Conjunto de suelos	Factor K	Sup (%)
El Picacho	0.379	1.2	Los Bermúdez	0.242	0.7
La Nevera	0.407	1.9	Florivel	0.433	0.4
Valle Nuevo	0.122	0.5	Gajo de Monte	0.353	8.6
La Neblina	0.121	0.7	Loma Bajita	0.323	0.5
La Culata	0.449	0.1	Arroyo Hondo	0.446	0.1
El Roblito	0.127	11.6	Los Montasitos	0.262	1.9
Los Cayetanos	0.228	0.5	Los Cedros	0.175	0.2
La Colonia	0.088	0.6	Arenoso	0.039	0.2
Constanza	0.057	0.3	Pinar Bonito	0.185	0.1
El Partió	0.072	0.6	Los Ranchitos	0.277	0.8
Loma Atravesada	0.193	1.2	El Chocho	0.177	1.6
Arroyo Cano	0.181	0.8	El Guayabo	0.074	0.1
Palomino	0.074	1.1	Río en Medio	0.463	0.1
Bobechio	0.110	1.3	La Presa	0.229	0.3
Padre Las Casas	0.380	0.6	Villa Ocoa	0.054	2.2
Río Las Cuevas	0.107	1.2	Monte Bonito	0.244	3.0
Arroyo La Vaca	0.446	0.4	Arroyo Guayabal	0.207	12.5
San Juan	0.203	0.4	El Naranjito	0.344	4.7
El Convento	0.062	0.4	Los Negros	0.262	6.3
La Guama	0.089	0.4	Nazito	0.181	5.7
Tetero Mejía	0.234	1.3			

Fuente : Ordenación Agrohidrológica de la Cuenca Alimentadora del Embalse de Sabana Yegua. INDRHI. Fadón, Juan I

Se ha estudiado la correlación existente entre la edafología y la geología de las dos subcuencas anteriores, encontrando que valores similares de K se corresponden con geologías similares, de la forma siguiente:

– K = 0.220 para los suelos provenientes de rocas piroclásticas y lava del cretácico. Son suelos de textura variada pero muy ricos en materia orgánica y de permeabilidad moderadamente lenta.

– K = 0.297 para los suelos formados sobre rocas volcánicas intermedias del Plioceno. Son suelos de textura variada y de poco a medio contenido de materia orgánica, con permeabilidad rápida.

– K entre 0.323 y 0.360 para los suelos provenientes de las rocas ígneas: riocita, tonalita y diorita del cretácico superior. Son suelos arenosos pobres en materia orgánica y de permeabilidad lenta.

El rango de valores para K está entre 0.039 para el conjunto de Arenoso y 0.463 para el conjunto de Río en Medio.

El valor medio ponderado de K para toda la cuenca del embalse de Sabana Yegua es de 0.221.

Los valores del factor K para cada uno de los sectores preseleccionados se presenta en la Tabla No.28.

Tabla No.28 Valores de K por sectores

Sector	Factor K
Padre Las Casas	0.46
Las Lagunas	0.41
Las Cañitas	0.41
La Siembra	0.30
Guayabal	0.34
Bohechio	0.43
Los Fríos	0.60
Palero	0.30
Maldonado	0.30

Factor topográfico LS

Suelen agruparse bajo la denominación de factor topográfico LS los dos factores que integran el efecto del relieve, longitud del declive y pendiente.

El factor longitud de pendiente L representa la relación entre el valor medio de las pérdidas de suelo obtenidas en un campo de longitud de pendiente uniforme y dimensión variable, y el valor medio de las pérdidas de suelo correspondientes a una parcela de longitud de pendiente uniforme de 22.1 m, para un mismo tipo de aguacero, suelo y pendiente. Como el factor pendiente (S) establece la relación entre el valor medio de las pérdidas de suelo en un campo de pendiente cualquiera, con el que se obtendría de una parcela del 9% de pendiente uniforme, para las mismas condiciones en los restantes factores de lluvia, suelo y longitud de declive, ambos factores se combinan para obtener un valor único de LS para cada sector de interés de la cuenca.

El peso relativo del factor pendiente en el desarrollo de un proceso erosivo obliga a establecer los rangos en que la misma afecta un determinado sector; en consecuencia, se tomó como modelo Standard una finca de 100 metros de longitud y los valores límites de los rangos de pendiente definidos para el presente estudio; es decir, 12%, 25% y 50% y se calcularon los valores de LS para cada uno de los sectores, como muestra la Tabla No.29.

Tabla No. 29. Valores de LS para 100 m de longitud y diferentes rangos de pendiente

Pendiente	<u>Factor LS</u>
0-12	3.267
13-25	10.895
26-50+	32.282

El mapa de pendiente que se presenta en el anexo del informe presenta la distribución de estos valores en cada uno de los sectores de interés de la cuenca.

Factor cultivo y/o factor vegetación C

Se define como la relación entre el valor medio de pérdidas de suelo en un campo cultivado o con vegetación y las que se pierden en una parcela, en idénticas condiciones de lluvia, suelo y topografía, pero sometida a barbecho continuo.

Para la determinación de los valores de C que corresponden a la cuenca del embalse de Sabana Yegua se ha utilizado el mapa de uso del suelo, asignando a cada uso diferente de suelo los valores correspondientes, extraídos de las tablas elaboradas por W.H. Wischmeier, que se exponen a continuación:

Tabla No. 30. Valores de C por tipo de cobertura

Clase	has	valor_C
Bosque Conifera Denso	41180	0.20
Bosque Conifera Abierto	8582	0.20
Bosque Latifoliado Nublado	21743	0.20
Bosque Latifoliado Semi Humedo	413	0.20
Bosque Seco	31689	0.30
Matorrales Seco	20611	0.60
MATORRAL LATIFOLIAFO	3190	0.50
ARROZ	64	0.10
Escasa Vegetación	412	1.00
Cultivos Intensivos	589	0.70
Pasto	1801	0.40
Zona Poblada	514	1.00
Café	5575	0.40
Agricultura Mixta	29993	0.70
Presas	634	0.10

Tabla No. 31. Distribución espacial del Factor C

Uso actual del suelo	Factor C	Superficie (%)
Bosque latifoliado	0.005	8.1
Bosque de coníferas	0.010	20.4
Bosque seco	C.030	8.9
Pasto y bosque coníferas	0.040	6.1
Pasto	0.067	32.3
Matorral	0.081	5.4
Cultivo y pasto	0.120	4.3
Cultivo seco	0.250	13.6
Cultivo regadío	0.050	0.6

Factor prácticas de conservación de suelos (P)

Se incluyen como prácticas de conservación de suelos el cultivo a nivel, el cultivo en fajas y las terrazas. Puede definirse como la relación existente entre el valor medio de las pérdidas de suelo producidas en un campo donde se realizan las prácticas de conservación de suelos aludidas y las que se originarían en el mismo campo si se hicieran las labores en la dirección de la máxima pendiente, a igualdad de los restantes factores lluvia, suelo, topografía y vegetación en ambas situaciones.

En la cuenca del embalse de Sabana Yegua se están realizando prácticas de conservación de suelos de forma apreciable en las comunidades de El Coco, Bohechío, Padre las Casas, Constanza, Las Lagunas, La Siembra y Los Naranjos. Las prácticas que se realizan son el cultivo a nivel y el cultivo en fajas. Estas dos practicas se incluyen entre las denominadas "culturales o agronómicas" y su efectividad está definida por la pendiente del terreno donde se aplican, entre otros factores. Autores como Wischmeier, Foster, CIDIAT y otros han establecido que la mayoría de las prácticas agronómicas pueden producir un efecto apreciable cuando la pendiente es menor de 12%.

Si se aplica este criterio a las condiciones de pendiente que prevalecen en la cuenca de Sabana Yegua y se toma en cuenta la falta de mantenimiento que se verifica en las pocas fincas que muestran algún tipo de práctica de conservación de suelo, se concluye que lo mas razonable es establecer un valor de P igual a 1 (uno) para todos los sectores de la cuenca, lo que en consecuencia establece un valor de erosión potencial que podría ser modificado para cada finca en particular, cuando se utilicen los resultados como herramienta de planificación.

Pérdidas de suelo de la cuenca del embalse de Sabana Yegua

Aplicando el modelo USLE., tal como se ha explicado en los puntos anteriores y ordenando los valores generales obtenidos para la cuenca del embalse de Sabana Yegua en base a la "Clasificación Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos", confeccionada por la FAO., PNUMA y UNESCO. (1981), obtenemos el cuadro siguiente:

Tabla No. 32. Distribución de las pérdidas de suelos

Pérdidas de suelo, A (t/ha.año)	%de superficie	Erosión Hídrica
< 10	8.8	Ninguna o ligera
10-50	32.5	Moderada
50 - 200	40.1	Alta
> 200	18.6	Muy alta

Detallando más el cuadro anterior se exponen a continuación los datos que se han utilizado para realizar el mapa de erosión según el modelo USLE que son los siguientes:

Tabla No. 33. Distribución de las pérdidas de suelos

Intervalo (ton/ha.año)	Valor medio (ton/ha.año)	Peso (t/año)	(%) Porcentaje	% de Area
< 10	5	72,063	0.3	8.8
10 - 50	24	1,343,680	6.3	32.5
50 - 100	76	2,991,575	14.0	22.9
100 - 200	142	4,159,611	19.5	17.2
200 - 300	230	3,335,383	15.6	8.4
> 300	542	9,481,648	44.3	10.2
TOTAL		21,383,960	100.0	100.0

El peso total de los suelos que sufren erosión en la cuenca del embalse de Sabana Yegua es de 21, 383,960 toneladas por año, que representa un promedio de 125 toneladas por hectárea y por año.

Analizando el cuadro anterior se observa que un 10.2% de la superficie de la cuenca contribuye con el 44.3% de la erosión; un 18.6% contribuye con el 59.9% y un 35.8% con el 79.4%.

Calculando la erosión que sufre la subcuenca del río Las Cuevas se observa que es, en promedio, de 208 toneladas por hectárea y por año. En la subcuenca del río Grande del Medio la erosión promedio es de 97 ton/ha.año. En la subcuenca del río Yaque del Sur la erosión promedio es de 67 ton/ha.año.

Erosión potencial de la cuenca del embalse de Sabana Yegua

Se entiende por erosión potencial la susceptibilidad a la erosión de un terreno o zona. Se obtiene considerando que el suelo se halla totalmente desprovisto de cubierta vegetal y sin ninguna práctica de conservación de suelos, y se calcula multiplicando los factores R, K, L y S del modelo USLE. Realizando esta operación para la cuenca del embalse de Sabana Yegua obtenemos la tabla siguiente:

Tabla No. 34 Distribucion de las pérdidas de suelos

Intervalo (ton/ha.año)	Valor medio (ton/ha.año)	Peso (ton/año)	Porcentaje	% de Área
< 100	56	239,705	0.1	2.4
100 - 200	155	852,571	0.3	3.1
200 - 500	354	2,659,585	0.8	4.3
500 - 1000	780	12,085,069	3.9	9.0
1000 – 1500	1,266	63,630,680	20.3	29.3
> 1500	2,625	233,369,067	74.6	51.9
TOTAL		312,836,677	100.0	100.0

El peso total de suelos susceptibles de ser erosionados es de 312,836,677 toneladas por año. La erosión actual puede variar significativamente en relación a la erosión potencial cuando se introduce el valor determinado para un cultivo específico.

El uso que puede hacerse de la determinación de la erosión potencial de la cuenca es conocer el riesgo de erosión que existe en la misma y las causas que pueden producir esa erosión. Esta información resulta de gran utilidad para determinar la política de suelo más aconsejable a seguir en cada zona. Se observa que el Parque Nacional José del Carmen Ramírez se encuentra en la zona de máxima erosión potencial, por lo que es muy adecuado que se encuentre protegido.

Erosión en cárcavas y remontante

Para cuantificar la erosión en cárcavas y remontantes utilizamos el modelo propuesto por C.A. Onstad y G.R. Foster (1975). Este modelo se basa en el modelo U.S.L.E. pero sustituye el factor R, índice de erosión pluvial, por un nuevo factor, con el fin de distinguir entre la erosión procedente de los canalillos de escorrentía, de la que se verifica en la superficie situada entre ellos. Así, cuando los canalillos logran un desarrollo tal que no pueden ser eliminados por operaciones normales de cultivo aparecen las cárcavas, que de seguir sin corregir dan origen o pueden darlo a los barrancos incipientes, conocidos también como remontantes, que van ampliándose en extensión y profundidad conforme avanza el fenómeno erosivo.

Realizamos el cálculo para todos los aguaceros comentados en otra parte de este estudio, obteniendo los siguientes valores para toda la cuenca del embalse de Sabana Yegua y para las tres subcuencas principales:

Tabla No. 35. Valores de la erosión potencial por subcuencas.

Cuenca o subcuenca	A (ton/ha.año)	Porcentaje respecto a la U.S.L.E.
Completa	5.8	4.6%
Las Cuevas	7.5	3.6%
Grande del Medio	6.4	6.6%
Yaque del Sur	2.0	3.0%

Como se observa en el cuadro anterior la importancia cuantitativa de estos tipos de erosión respecto a la erosión laminar y en regueros es reducida. Sin embargo, en zonas puntuales tiene gran importancia. Estas zonas tienen valores desfavorables de los parámetros que intervienen en el modelo, como se observa en el mapa general de erosión.

Movimientos en masa

Según la clasificación de Sharpe de las formas de erosión se distinguen dos grupos fundamentales: la erosión en superficie, que comprende la erosión laminar, en surcos, en cárcavas y en remontantes o barrancos, y los movimientos en masa. La erosión en superficie ya ha sido analizada con anterioridad, pasando en este apartado a ocuparnos de los movimientos en masa.

Existen muchos tipos de movimientos en masa o erosión en profundidad. Sharpe distingue los siguientes:

Tabla No. 36 Tipos de movimientos en masa identificados

- Movimientos lentos:	- Reptación
	-Solifluxión
- Movimientos rápidos:	- Corrientes de barro
	-Corrientes terrosas
	-Derrumbamientos
- Deslizamientos:	- Desmoronamientos
	-Deslizamientos de detritus
- Caída de detritus	- Deslizamiento de rocas - Alud de rocas
- Hundimientos	

Sin embargo, no todos los tipos mencionados se presentan en la cuenca del embalse de Sabana Yegua. En la cuenca se han observado los siguientes tipos de movimientos en masa: reptación, corrientes terrosas, deslizamiento de detritus y los deslizamientos de rocas. Las corrientes terrosas se presentan en suelos ricos en arcilla con carbonato cálcico, que las hace muy plásticas. Estas se presentan sobre todo en los suelos de Arroyo Guayabal, Villa Ocoa, Valle Nuevo, Las Neblinas y, con menor intensidad, en Los Indios y Río Las Cuevas.

El peso de sedimentos que ingresan en el embalse de Sabana Yegua procedente de los movimientos en masa es muy difícil de cuantificar, pero en todo caso, es muy pequeño en relación a los otros tipos de erosión, al no haberse detectado importante erosión en profundidad en su cuenca alimentadora. El transporte de sedimentos originados en este

tipo de erosión es menor en el caso de las rocas y detritus, pero es más señalado en el caso de las corrientes terrosas, por realizarse en suspensión. La proximidad al embalse es un factor a tener en cuenta en la reptación y los deslizamientos, habiéndose detectado la presencia de los mismos en las mismas orillas del embalse.

La importancia mayor que tiene el detectar a tiempo este tipo de erosión es cuando amenaza vías de comunicación, asentamientos humanos u otras infraestructuras construidas por el hombre, justificándose en estos casos la construcción de diques de consolidación, drenajes o cualquier otro sistema que impida el movimiento en masa. Su análisis detallado corresponde más bien a la mecánica de suelos. En este proyecto no se han detectado presencia de movimientos en masa que afecten a poblaciones de la cuenca.

Erosión en la red de drenaje

Al abordar el estudio de la erosión en la red de drenaje de la cuenca del embalse de Sabana Yegua tendremos en cuenta que la red de drenaje asociada a una cuenca hidrográfica es un sistema abierto, en el que se realiza la transferencia de energía y materia. Su estudio implica necesariamente la consideración del carácter jerárquico que dicha red posee, fruto de la organización inherente al sistema fluvial. El arranque, transporte de materia y energía en el interior del sistema fluvial se caracteriza por una progresiva tendencia hacia la concentración y organización, dado que partiendo de unas entradas especialmente difusas, en forma de precipitación y material erosionado, el sistema se organiza de tal modo que conforma una salida principal en forma de caudal líquido y carga de sedimentos. Esta organización del sistema queda plasmada en la distribución territorial de la red de drenaje que refleja la eficiencia de las principales líneas de flujo de materia y energía a través del sistema.

La definición y clasificación de la red de drenaje de forma cuantitativa permite relacionar su estructura con procesos de tipo hidrológico y erosivo, aspecto que abordamos a continuación.

La red de drenaje del embalse de Sabana Yegua se distribuye en tres subcuencas independientes que alimentan el embalse. Los ríos principales de las tres subcuencas mencionadas son: el río Yaque del Sur, el río Grande del Medio y el río Las Cuevas. La superficie vertiente de la cuenca que no esta incluida en las tres subcuencas mencionadas es de 45 km² y la superficie que ocupa el espejo de agua del embalse a su nivel máximo de operación (396.4 msnm) es de 23 km².

A continuación se adjuntan las principales características hidrológicas de las cuencas de los ríos principales:

Tabla No. 37 Características hidrológicas de las cuencas de los ríos principales

Cuenca del río	Area de la cuenca en k ²	longitud del río OJO	Pendiente del río CO	Densidad De k ⁻¹)	Frecuencia de corrientes	Alejamiento medio
Yacue del Sur	365	47.0	0.0498	1.22	0.962	2.46
Grande	665	68.5	0.0292	1.02	0.665	2.66
Las Cuevas	549	60.5	0.0263	0.83	0.448	2.58

La frecuencia de corrientes nos relaciona el número total de cursos de agua de todo orden que drenan por la cuenca y el área total de dicha cuenca. El alejamiento medio es un coeficiente que relaciona el curso de agua más largo con la superficie de la cuenca. La densidad de drenaje está definida como la longitud media de curso por kilómetro cuadrado. Estos parámetros han sido calculados sobre las hojas topográficas a escala 1:50,000, donde no se reflejan todas las cañadas y barrancos por donde discurre la escorrentía superficial, por lo que debe considerarse que los valores reflejados en el cuadro son inferiores a los reales.

Se utiliza el sistema de Horton-Strahler, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No. 38 Clasificación de la red hidrográfica de Horton-Strahler,

	Orden 1	Orden 2	Orden 3	Orden 4	Orden 5	Total
Yaque del Sur	177	90	24	38	22	351
Grande	222	108	62	15	35	442
Las Cuevas	124	57	20	45		246

El orden de la cuenca indica el grado de desarrollo de la red fluvial y a nivel general las cuencas de órdenes superiores poseen un mayor número de cauces y por tanto un mayor poder erosivo, al poseer un elevado potencial de desmantelamiento de los suelos.

La morfometría de la red de drenaje de la cuenca de Sabana Yegua nos muestra en toda su superficie una red de drenaje rectangular. En este tipo de red de drenaje los tributarios suelen juntarse con las corrientes principales en ángulos casi rectos y dan lugar a formas rectangulares controladas por las fracturas de las rocas. El control estructural de este tipo de drenaje es muy alto.

La estimación de las pérdidas de suelo a lo largo de la red de drenaje incluye tanto las pérdidas del propio cauce, como en las zonas eventualmente inundadas.

Tratando de estimar la erosión en las zonas eventualmente inundadas, J.R. Williams (1975) estableció un modelo matemático análogo a la MUSLE., con los coeficientes ajustados para este caso particular, que permite establecer las pérdidas de suelo producidas en una tormenta determinada.

$$V = 3.25 (A R q_p)^{0.56} K L S C P$$

donde :

V, representan los sedimentos en valles, en toneladas.

A, el área inundada, en hectáreas.

R, la escorrentía de la cuenca situada aguas arriba, en milímetros.

Q_p, la caudal pico producido por la escorrentía

R en el tramo, en m³/s.

KLSCP, los factores de la USLE. Correspondientes al terreno inundado.

Aplicando este modelo a los valles de los tres ríos principales de la cuenca de Sabana Yegua, obtenemos un promedio de 785 t/año para la ribera del río Grande del Medio, 484 t/año para la del río Las Cuevas y 266 t/año para la del Yaque del Sur. Juntos totalizan 1,535 t/año para las riberas de la cuenca de Sabana Yegua.

No obstante, este modelo, aunque teóricamente muy completo, necesita todavía de una detenida investigación, para desarrollar procedimientos de ensayo que permitan ajustar adecuadamente los valores de los distintos factores en este caso particular, puesto que no pueden utilizarse de forma indiscriminada los obtenidos en los ensayos del modelo USLE., que han sido obtenidos sobre bases muy diferentes.

El haber realizado aquí los cálculos de este modelo aplicado a las condiciones de la cuenca de Sabana Yegua tiene pues un carácter ilustrativo, pudiendo apreciarse que los valores obtenidos son muy pequeños comparados con los que se obtienen en la cuenca vertiente.

Para estimar las pérdidas de suelo en el cauce acudimos para su análisis y evaluación a modelos convencionales de transporte de materiales, aspecto que se trata en el próximo capítulo sobre el desplazamiento de los sedimentos.

Analisis de la Erosion y la Degradacion Especifica por Sectores

Las cuencas de los ríos que drenan en la Presa de Sabana Yegua se estudian en este informe como una sola unidad, como producto de la continuidad biofísica de las mismas. En consecuencia, el diagnóstico biofísico de la misma se basa en los datos consolidados presentados en capítulos anteriores. En atención a los criterios de prioridad establecidos por la Fundación Sur Futuro, se han identificado 9 sectores hidrológicos a nivel de microcuencas, con características que se describen en el análisis hidrológico.

Los sectores hidrológicos identificados son:

1. Sector Padre Las Casas
2. Sector Guayabal
3. Sector Las Lagunas
4. Sector Las Cañitas
5. Sector La Siembra
6. Sector Bohechío
7. Sector Los Frios
8. Sector Palero
9. Sector Maldonado

Para la determinación de La erosión hídrica se aplicaron los parámetros de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE.) con ajustes en los rangos de pendiente y en los patrones de cobertura vegetal. Para la determinación del estado de deterioro o conservación de cada uno de los sectores se analizaron las variables que presenta la Fórmula Descriptiva desarrollada por el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT) descrita en el capítulo de metodología

Sector Padre Las Casas

Está situado al Oeste la subcuenca del Río Las Cuevas, próximo al lago de la presa de Sabana Yegua. Ocupa una superficie de aproximadamente 10,732 ha (6.44% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 20% del área, 20% de Bosque Húmedo Subtropical y un 60% de Bosque Seco Subtropical. La altitud del Sector es de menos de 1,000 metros sobre el nivel del mar con un relieve que va de muy suave (0 a 12%) a pronunciado (25 a 50% de pendiente). No presenta semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 1500 m³/Km²/año.

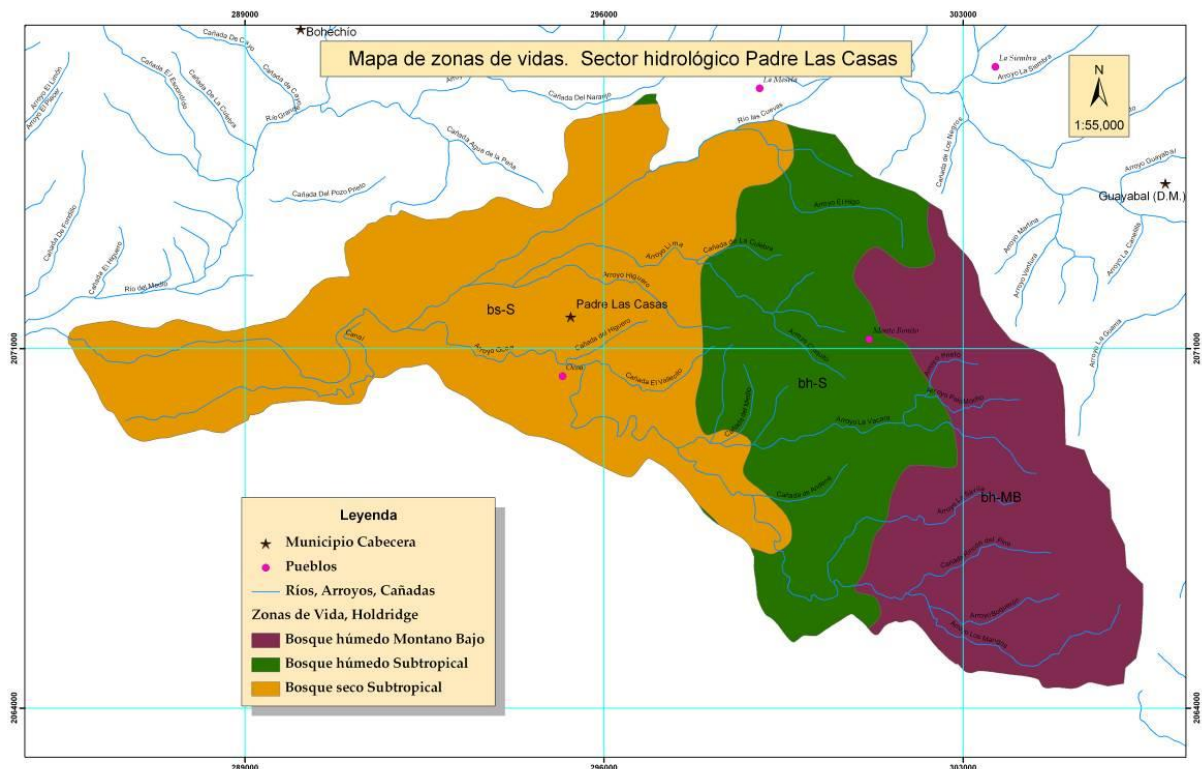


Figura No. 18 Mapa de Zonas de vida del sector Padre Las Casas

La geología predominante consiste en rocas sedimentarias en gran parte de misma; en consecuencia la susceptibilidad a la erosión es alta, pero las bajas pendientes impiden que la sea alta.

El relieve casi plano de las zonas aluviales ha originado suelos profundos, con buenas características agrológicas que no presentan problemas de erosión y una buena aptitud para la agricultura.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura, pastos degradados y matorrales en más de un 90%. Tiene un índice de protección total de 0.30.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_3, P_2}{L_4, E_3, e_2, V_4} = 22$$

Sector Padre Las Casas

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Limita al Norte con el Sector Microcuenca de Bohechio y Las Lagunas, al Sur y al Oeste con el límite del estudio y al Este con Guayabal
Superficie	:	10,732 ha
Zona vida	:	Baja semejanza (4)
Degradación Específica	:	Media (3)
Pendiente	:	Moderada (2)
Litología	:	Rocas sedimentarias (4)
Erodabilidad	:	Moderada (3)
Cobertura de Erosión	:	Media (2)
Vegetación	:	Media (4)

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

El Sector Padre Las Casas posee una extensa área fluvial y amplias llanuras aluviales, donde el proceso de erosión está prácticamente ausente debido principalmente a su baja pendiente. Hacia la parte occidental se encuentra el poblado de Monte Bonito se observan grandes elevaciones y altas pendientes, aumentando significativamente el problema de erosión, como se observa en el mapa de erosión del Sector. La cobertura del proceso de pérdida de suelo es casi total, predominando los altos niveles de erosión en casi todo el macizo montañoso y llegando a grados excesivos donde se ha eliminado totalmente la cobertura natural y se practica agricultura intensiva sin ningún tipo de practica de conservación o con prácticas que no tienen ninguna efectividad por la presencia de las actas pendientes.

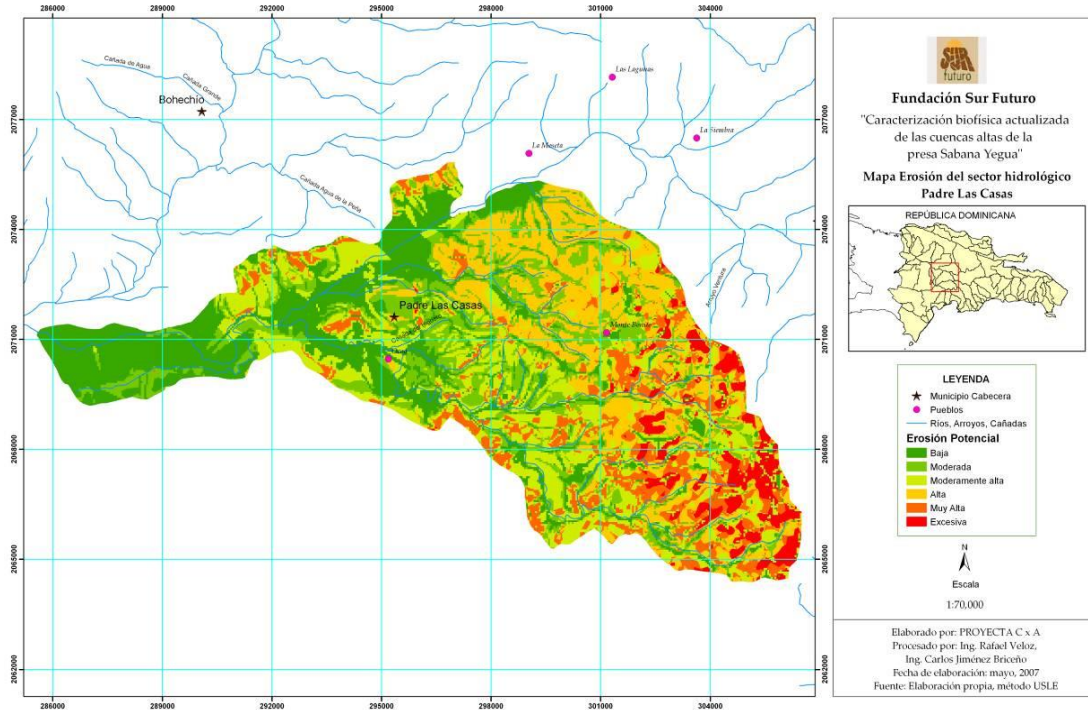


Figura No.19 Mapa de Erosión del Sector Padre Las Casas

La Tabla No.39 muestra con más exactitud los resultados del cálculo de erosión y la distribución espacial del fenómeno. La expresión numérica de estos valores se encuentran en el Anexo, en atención a los niveles de detalle alcanzados en el estudio.

Tabla No. 39 Rangos de erosión hídrica del sector Padre Las Casas

Sector	Rango de Erosión	Área (ha)	%
Padre Las Casas	Alta	2059	19.19
Padre Las Casas	Baja	2662	24.81
Padre Las Casas	Excesiva	552	5.14
Padre Las Casas	Moderada	1806	16.83
Padre Las Casas	Moderadamente Alta	2470	23.02
Padre Las Casas	Muy Alta	1182	11.01
Total		10731	100.00

El 60% del sector alcanza rangos de erosión que obligan la aplicación de alguna medida de conservación cuando se utilicen para agricultura intensiva o su cobertura total con especies protectoras en forma permanente.

Sector Guayabal

Este sector hidrológico ocupa la parte Sur-Este de la subcuenca del Río Las Cuevas, ocupa una superficie de aproximadamente 21,568 ha (13% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 65% del área, con inclusiones de un 15% de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y un 15% de Bosque Húmedo Subtropical y 5% de Bosque Húmedo Montano. La mayor parte del Sector tiene una altitud superior a 2,500 metros sobre el nivel del mar y un relieve pronunciado de 25 a 50% de pendiente, presentando una baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 2400 m³/Km²/año.

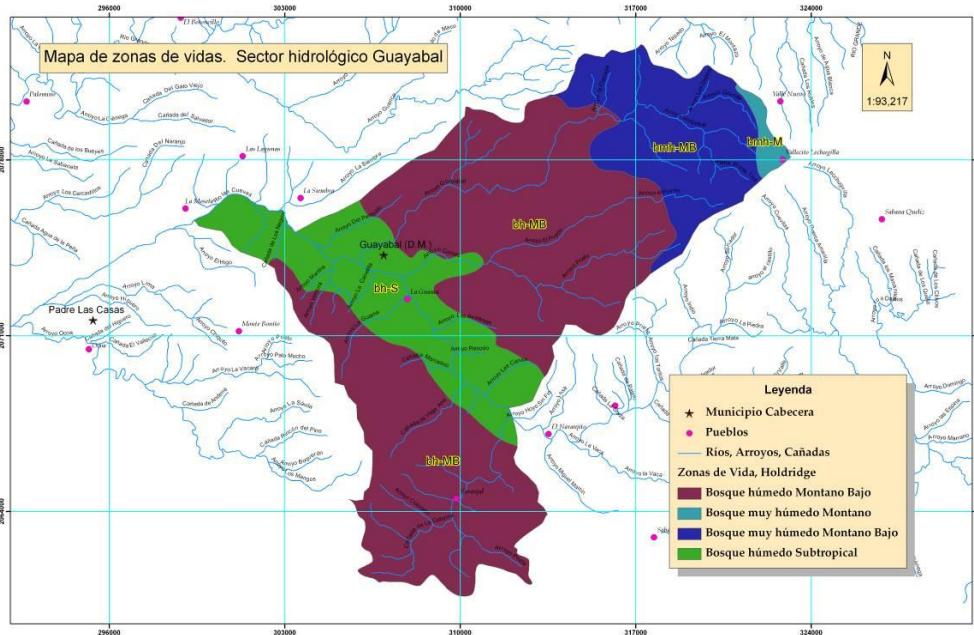


Figura No. 20 Mapa de Zonas de Vidas del Sector Guayabal

La geología predominante consiste en rocas eruptivas, con baja susceptibilidad a la erosión, originando suelos de texturas arcillosas, buen drenaje natural y profundidad considerable, que usualmente son utilizados en agricultura, generando procesos erosivos que llegan a cubrir más 70% del área.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura, pastos degradados y matorrales en mas de un 90%, constituyendo un área de pobre vegetación boscosa, con un índice de protección total de 0.30 y de gran actividad humana en la cuenca.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

Sector Guayabal

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Al Norte la microcuenca de Las Cañitas; al Sur el límite del estudio, al Este la zona de El Naranjito y al Oeste con las microcuencas de Padre Las Casas, Las Lagunas y La Siembra
Superficie	:	21.578 ha
Zona vida	:	Baja Semejanza (4)
Degradación Específica	:	Fuerte (4)
Pendiente	:	Pronunciado (3)
Litología	:	Rocas Eruptivas (2)
Erodabilidad	:	Poco susceptible a la erosión (1)
Cobertura de Erosión	:	Alta (4)
Vegetación	:	Media (4)

El estado de conservación de este sector se representa por la fórmula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_4, P_3}{L_2, E_1, e_1, V_4} = 22$$

Esta microcuenca presenta una gran actividad agrícola por tener una alta población, en relación a las demás. Los niveles de penetración campesina y la práctica de tumba y quema han eliminado la cobertura natural, lo que junto a las elevadas pendientes ha generalizado el problema de erosión, como se observa en el mapa de erosión del sector que se presenta en la Figura No. 22. A pesar de que presenta un índice de protección mediano de acuerdo a la fórmula descriptiva, el impacto del proceso erosivo es mayor que lo que los cálculos indican debido al efecto predominante de las altas pendientes y la falta de una efectiva cobertura vegetal, hacia el Sur y el Este del sector. Hacia el límite Este del sector se observa un área con bajos niveles de erosión, a causa de cambios bruscos de pendiente por la formación de mesetas en los topes de las elevaciones y por un aumento considerable de la cobertura, si se compara con la parte Oeste

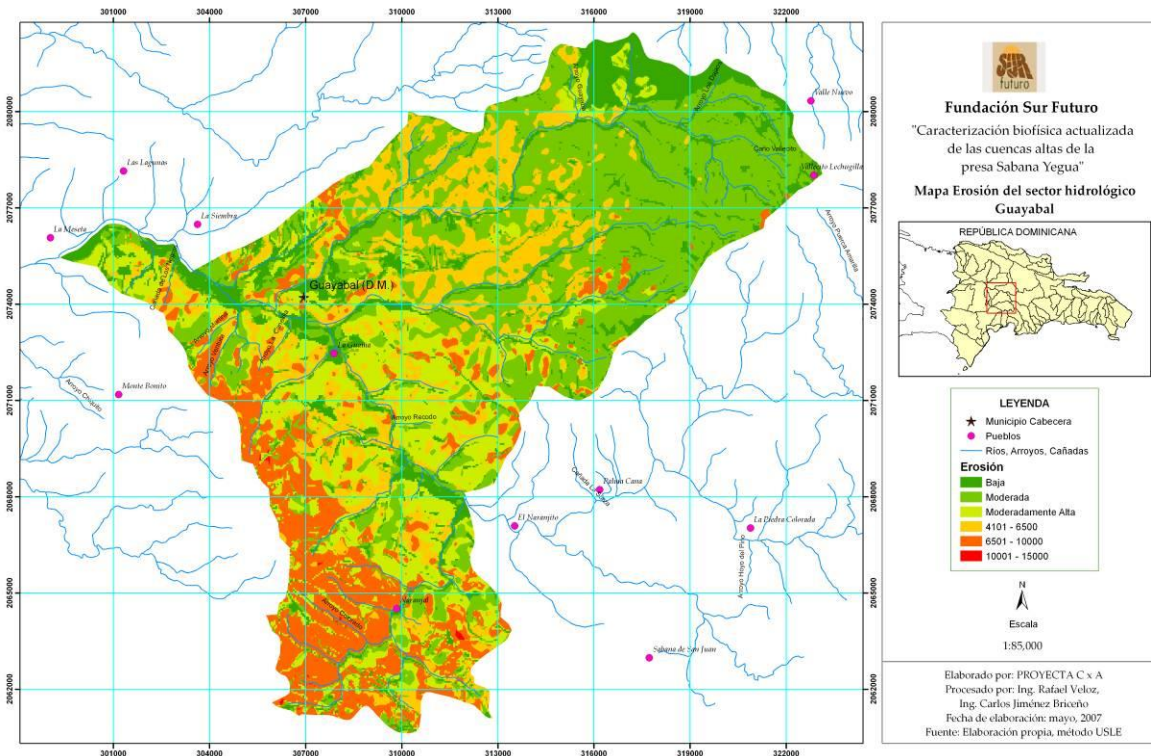


Figura No. 21 Mapa de erosión del Sector Guayabal

En la tabla No. 40 se observa que los valores de erosión son muy similares al sector Padre Las Casas, aunque un poco más bajos. El carácter moderado de la erosión que prevalece sobre todos los demás rangos (37.18%) no debe limitar los esfuerzos por aplicar criterios rígidos de zonificación donde se privilegie el aumento de cobertura vegetal de carácter permanente, principalmente hacia el Sur del sector

Tabla No. 40 Rangos de Erosión del Sector Guayabal

Sector	Rango de Erosión	Área (ha)	%
Guayabal	Alta	4518	21.06
Guayabal	Baja	2842	13.25
Guayabal	Excesiva	30	0.14
Guayabal	Moderada	7975	37.18
Guayabal	Moderadamente Alta	3765	17.55
Guayabal	Muy Alta	2321	10.82
		21451	100.00

En el Anexo se presentan datos detallados del nivel de erosión que se produce en cada tipo de uso de suelo del sector.

$$E = \frac{XX_4, D_3, P_2}{L_3, E_2, e_3, V_4} = 21$$

Sector Las Lagunas

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Límita al Norte Las Cañitas, al Oeste con Bohechio, al Sur con Padre Las Casas y Guayabal; y al Este con La Siembra
Superficie	:	1,473 ha
Zona vida	:	Baja semejanza (4)
Degradación Específica	:	Media (3)
Pendiente	:	Moderada (2)
Litología	:	Rocas sedimentarias (3)
Erodabilidad	:	Moderada (2)
Cobertura de Erosión	:	Alta Media (3)
Vegetación	:	Media (4)

El sector de Las Lagunas tiene muchas áreas planas e incluso zonas depresionales con pendientes negativas; en consecuencia, no presentan grandes problemas de erosión. Hacia los límites del sector se presentan pendientes mas pronunciadas y graves problemas de erosión. La actividad agropecuaria cubre casi toda el área. Como se observa en el mapa de erosión, el área presenta menos problemas que otros sectores aledaños, pero no quiere decir que no existan.

Algunas áreas elevadas y las porciones convexas del relieve presentan niveles de erosión moderadamente altas en atención a que la cobertura natural ha sido eliminada y sustituida por cultivos agrícolas y pasto. Presenta un índice de protección mediano.

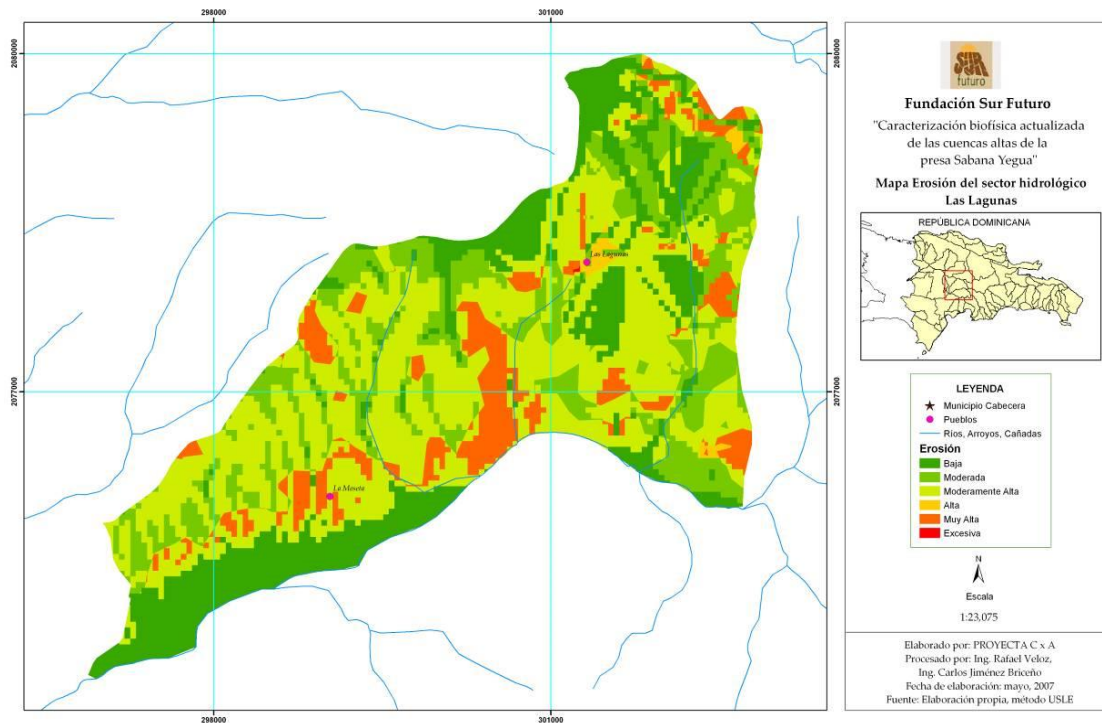


Figura No.29 Mapa de Erosión del Sector Las Lagunas

Si se toma en cuenta que, como indica la Tabla No.41, algo más de un 11% de los terrenos tiene un alto a muy alto potencial de erosión, se tendrían que aplicar medidas de conservación de suelo en todas las vertientes de colinas montañas y en las áreas donde se siembran cultivos intensivos.

Tabla No. 41 Rangos de Erosión del Sector Las Lagunas

Sector	Rango de Erosión	Area (ha)	%
Las Lagunas	Alta	13	0.88
Las Lagunas	Baja	360	24.44
Las Lagunas	Moderada	305	20.71
Las Lagunas	Moderadamente Alta	642	43.58
Las Lagunas	Muy Alta	153	10.39
		1473	100.00

Sector Las Cañitas

Este sector hidrológico ocupa la parte alta de la subcuenca del Río Grande o Del Medio, hacia el centro de la misma, ocupa una superficie de aproximadamente 13,248 ha (8% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 70% del área, con una inclusión de un 18% de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y un 12% de Bosque Húmedo Subtropical. La altitud del Sector varía entre 1,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar y un relieve pronunciado de 25 a 50% de pendiente, presentando

una baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 2550 m³/Km²/año.

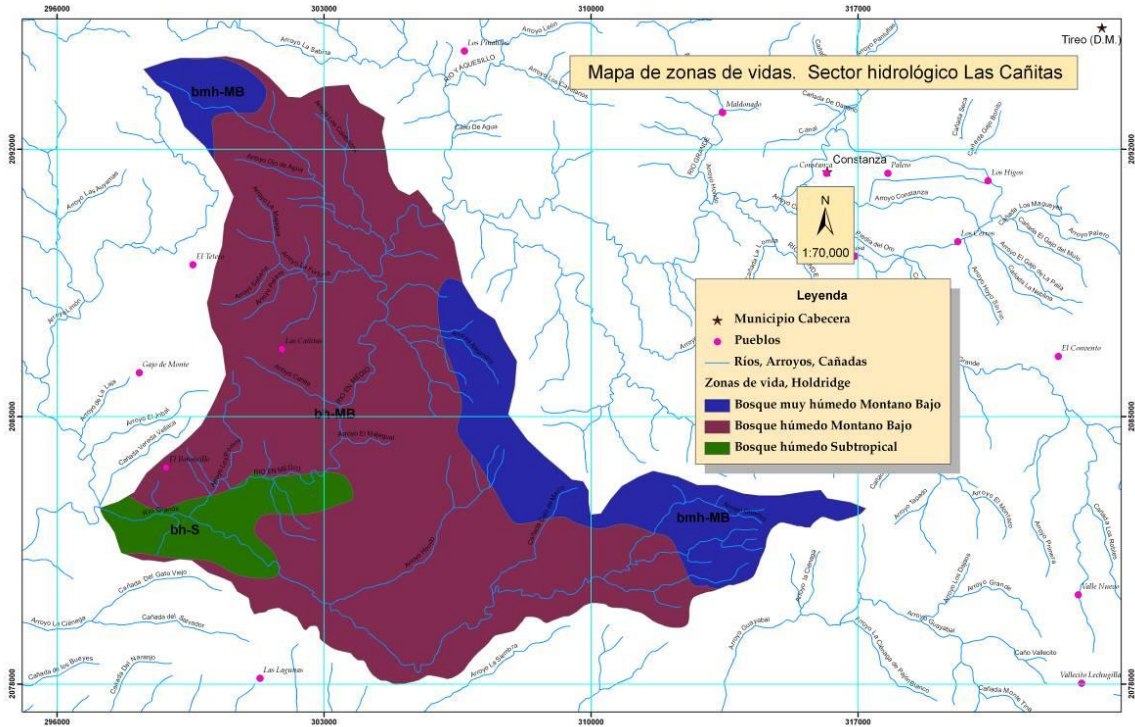


Figura No. 30 Mapa de Zonas de Vida del Sector Las Cañitas

La geología predominante consiste en rocas eruptivas, con baja susceptibilidad a la erosión, originando suelos de texturas arcillosas, buen drenaje natural y profundidad considerable, que promueven el uso intenso de los mismos, generando un proceso erosivo que actualmente alcanza hasta un 60% del espacio.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura de subsistencia y pastos degradados en mas de un 70% y matorrales en mas de 23%, constituyendo una de las áreas de más pobre vegetación boscosa, con un índice de protección total de 0.20 y de gran actividad humana en la cuenca.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_4, P_4}{L_1, E_1, e_4, V_5} = 25$$

Sector Las Cañitas

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Al Norte área protegida del Parque Nacional José Del Carmen Ramírez; al Sur el sector de Las Lagunas, La Siembra, Padre Las Casas y Guayabal, al Este Maldonado y al Oeste Los Fríos
Superficie	:	13,248 ha
Zona vida	:	Baja Semejanza (4)
Degradación Específica	:	Fuerte (4)
Pendiente	:	Pronunciado (4)
Litología	:	Rocas Eruptivas (1)
Erodabilidad	:	Poco susceptible a la erosión (1)
Cobertura de Erosión	:	Alta (4)
Vegetación	:	Media (5)

Basado en este instrumento el sector presenta una variación significativa de su estructura vegetal natural producto de una actividad antrópica acentuada y desmedida, evidenciado con la gran cantidad de terrenos dedicados a la agricultura de subsistencia. A pesar de presentar un índice de protección mediano, el proceso erosivo de este sector se encuentra distribuido en casi toda el área, encontrándose que los agentes que propician el deterioro sobresalen de los que lo evitan.

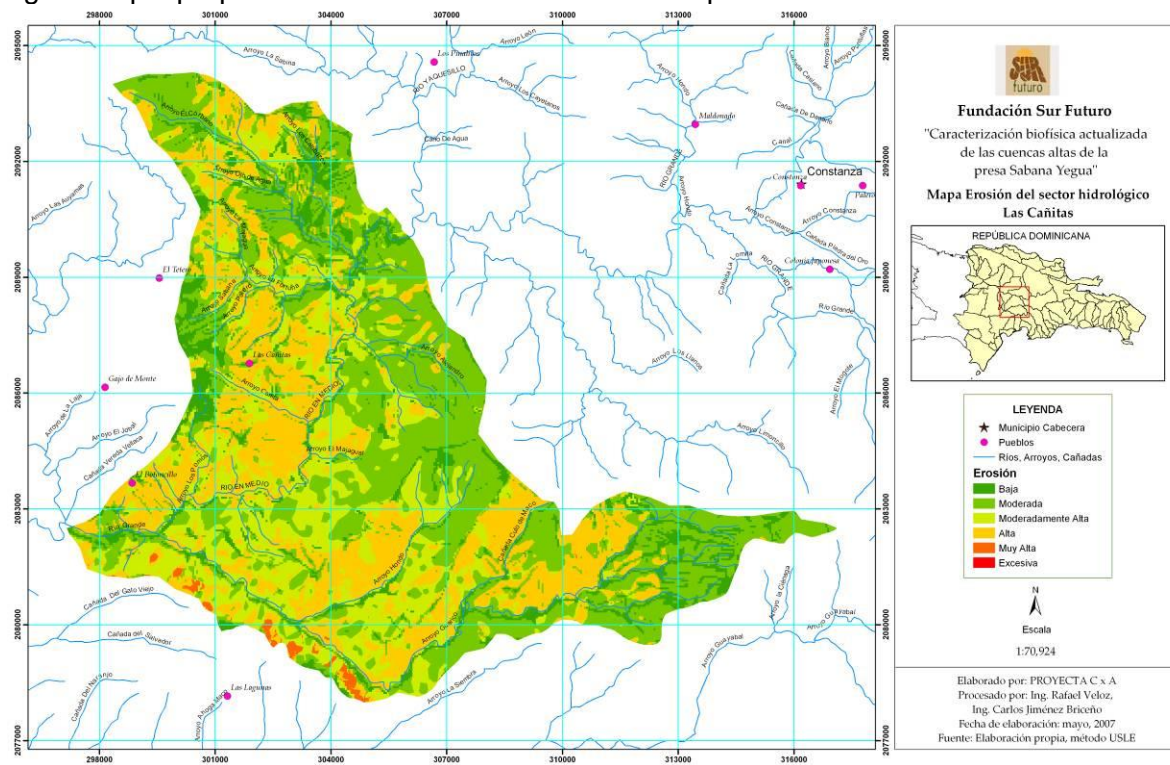


Figura No. 31. Mapa de Erosión del Sector Las Cañitas

Es notable la ausencia casi total de niveles de erosión muy altos o excesivos; sin embargo los resultados que se presentan en la tabla No. 42 indican que el 50% del área tiene una alta o moderadamente alta tendencia a la erosión, lo que coloca el sector entre los de mayor grado de fragilidad y obliga la aplicación de medidas de protección generalizada en todo el sector

Tabla No. 42 Cobertura de los grados de erosión en el Sector Las Cañitas

Sector	Rango de Erosión	Área(ha)	%
Las Cañitas	Alta	3510	26.69
Las Cañitas	Baja	1531	11.64
Las Cañitas	Moderada	4947	37.62
Las Cañitas	Moderadamente Alta	3065	23.31
Las Cañitas	Muy Alta	96	0.73
		13149	100.00

Un aspecto a tomar en cuenta para establecer en grado de prioridad de este sector es el alto nivel de penetración campesina, como consecuencia de la gran cantidad de poblados, lo que a su vez se traduce en altos índices de actividades agrícolas y su consecuente eliminación de la cobertura vegetal original.

Sector Los Fríos

Este sector hidrológico se ubica al límite oeste de la parte alta de las subcuencas de los ríos Grande o Del Medio y Yaque del Sur, ocupa una superficie aproximada de 12,735 ha (8% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 70% del área, con una inclusión de un 20% de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y un 10% de Bosque Húmedo Subtropical. La altitud del Sector varía entre 1,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar y un relieve pronunciado de 25 a 50% de pendiente, presentando una baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 2550 m³/Km²/año.

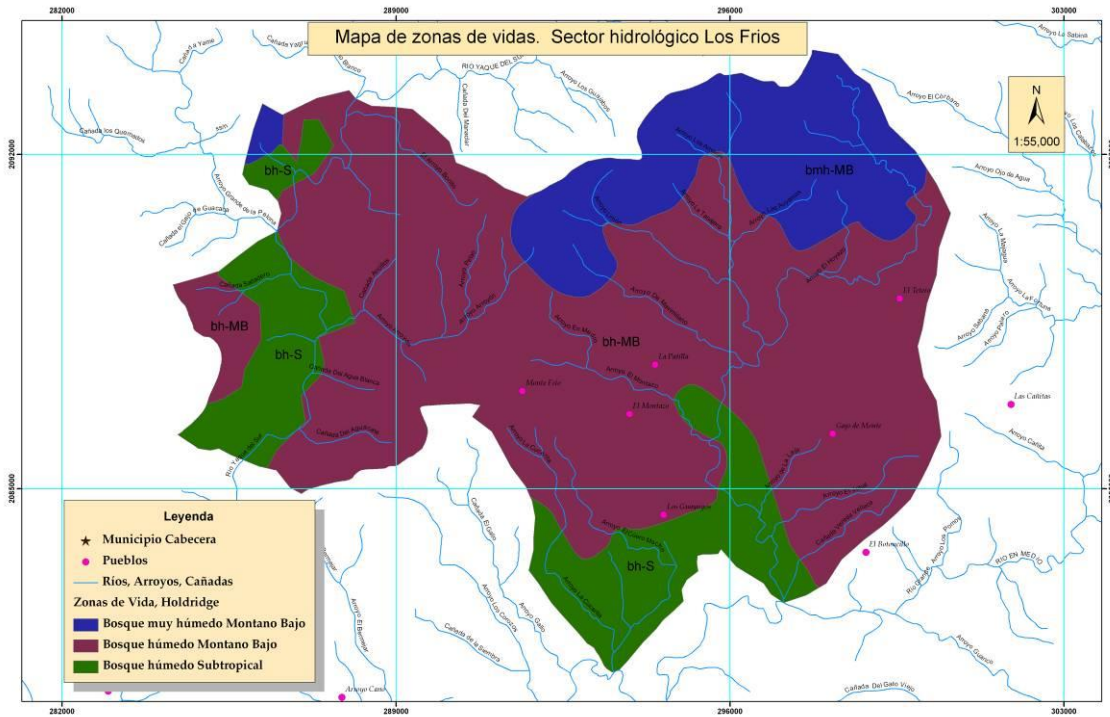


Figura No. 32 Mapa de Zonas de Vida del Sector Los Fríos

La geología predominante consiste en rocas eruptivas, con baja susceptibilidad a la erosión, originando suelos con desarrollo limitado, lo que no ha impedido el uso intenso de los mismos, generando un proceso erosivo que actualmente alcanza hasta un 60% del espacio.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura de subsistencia y pastos degradados en mas de un 80% y matorrales, lo que implica un área de pobre vegetación boscosa, con un índice de protección total de 0.20 y alta actividad humana en la cuenca, a pesar de la forma abrupta de las vertientes, especialmente en la parte mas alta.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_4, P_4}{L_1, E_1, e_4, V_5} = 25$$

Sector Los Fríos.

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Al Norte áreas protegidas del Parque Nacional José Del Carmen Ramírez; al Sur Bohechio, al Este Las Cañitas y al Oeste con el límite del estudio
Superficie	:	12,735 ha
Zona vida	:	Baja Semejanza (4)
Degradación Específica	:	Fuerte (4)
Pendiente	:	Pronunciado (4)
Litología	:	Rocas Eruptivas (1)
Erodabilidad	:	Poco susceptible a la erosión (1)
Cobertura de Erosión	:	Alta (4)
Vegetación	:	Media (5)

Según los datos anteriores el sector presenta una variación significativa de su estructura vegetal natural producto de una actividad antrópica antecedente que eliminó la vegetación natural. Si bien existe una vegetación remanente en las zonas más escarpadas y con menos accesibilidad, no es menos cierto que la mayor parte del sector presenta erosión acentuada, como se observa en el mapa de erosión que se presenta en la Figura 33.

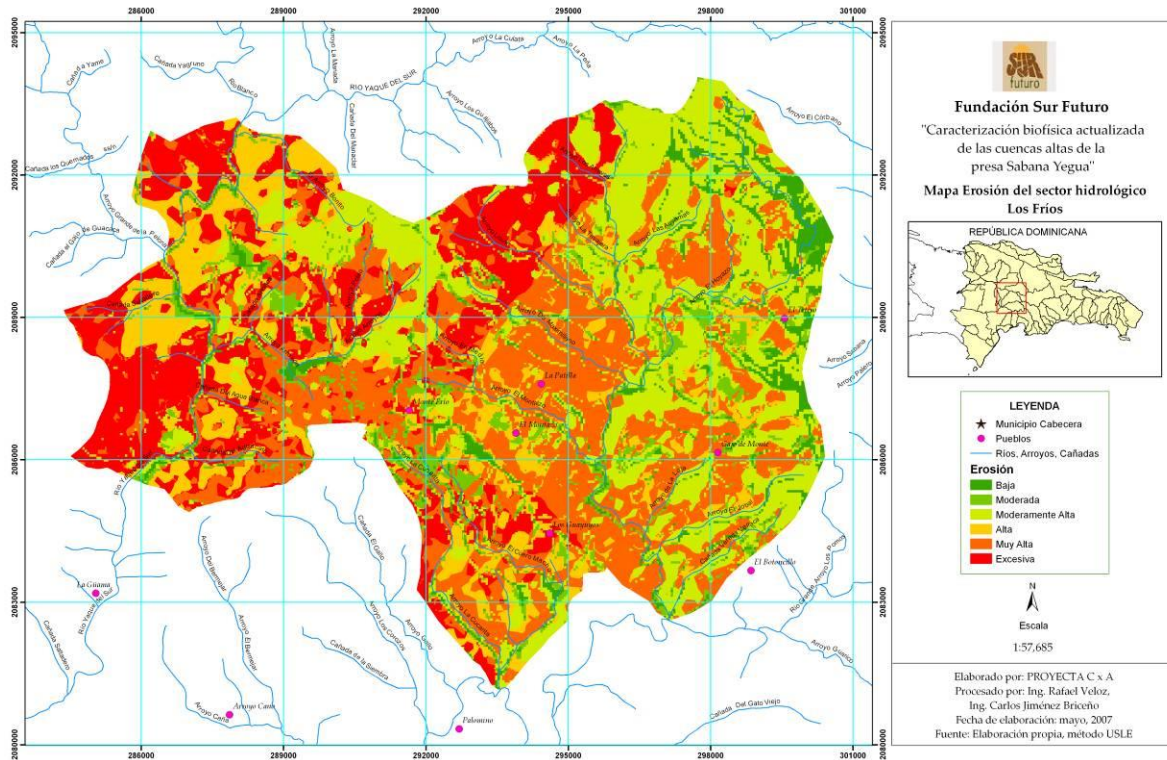


Figura No. 33 Mapa de Erosión del Sector Los Fríos

La mayor parte del área del sector Los Fríos tiene niveles de erosión potencial muy alta o excesiva. Más del 50% del terreno está en peligro de sufrir fuertes procesos erosivos, como lo muestra la tabla que se presenta a continuación:

Tabla No. 43 Rangos de Erosión del Sector Los Fríos

Sector	Rango de Erosión	Area(ha)	%
Los Fríos	Alta	1543	12.30
Los Fríos	Baja	744	5.93
Los Fríos	Excesiva	2359	18.81
Los Fríos	Moderada	737	5.88
Los Fríos	Moderadamente Alta	3574	28.50
Los Fríos	Muy Alta	3583	28.57
		12540	100.00

Si se computan los resultados de la tabla, alrededor del 90% del terreno tiene potencial de ser erosionado lo que convierte este sector en el más vulnerable entre los que existen en la cuenca de Sabana Yegua.

Sector La Siembra

Es un pequeño sector hidrológico que se ubica hacia el centro de la subcuenca del Río Las Cuevas, ocupa una superficie de aproximadamente 1,429 ha (1% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 70% del área, con una inclusión de un 20% de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y un 10% de Bosque Húmedo Subtropical. La altitud del Sector varía entre 1,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar con un relieve que va de pronunciado (25 a 50% de pendiente) a escarpado (más de 50%) hacia la parte norte de la misma. Presenta una baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 2400 m³/Km²/año.

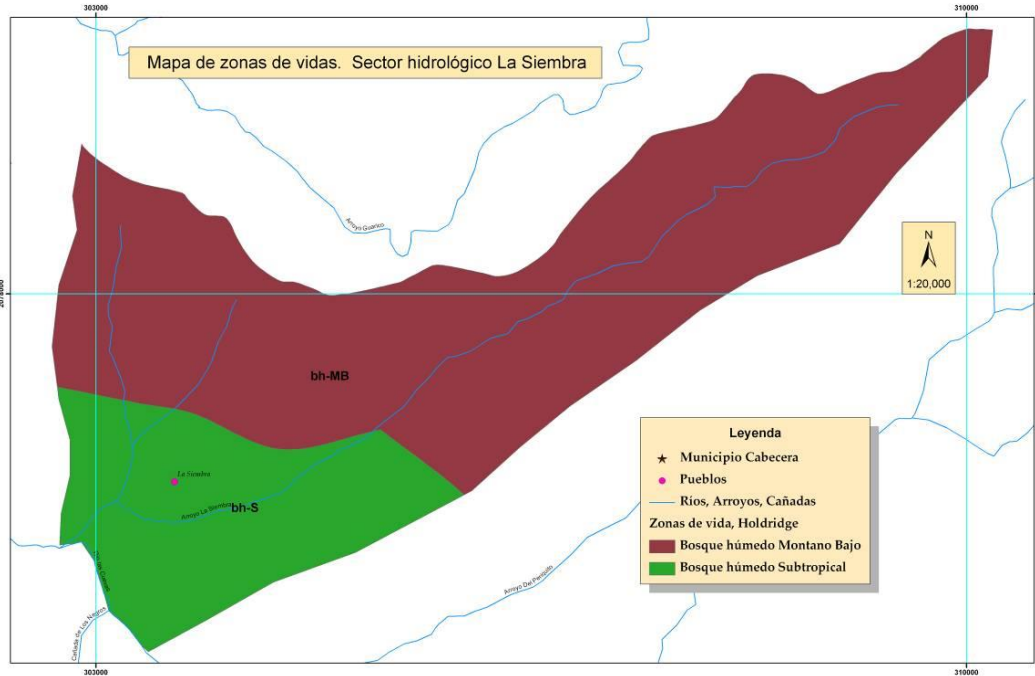


Figura No. 34 Mapa de Zonas de Vida del Sector La Siembra

La geología predominante consiste en rocas eruptivas, con baja susceptibilidad a la erosión y mezclada con clastos ígneos que han originado suelos con buenas características agrológicas que usualmente son utilizados en agropecuaria, generando procesos erosivos que cubren casi toda el área

La cobertura vegetal predominante es de agricultura, pastos degradados y matorrales en mas de un 90%, se observan algunos remanentes del la vegetación natural, pero solo en los cauces de algunas corrientes superficiales es posibles encontrar algún nivel de densidad alborea., con un índice de protección total de 0.50.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_4, P_3}{L_2, E_1, e_4, V_4} = 22$$

Los datos de la tabla de rangos de erosión indican que el nivel de erosión general del sector es moderado, por lo que las medidas de control se deberán orientar a las áreas con vertientes fuertemente inclinadas que se ubican al Oeste del Sector.

Tabla No. 44 Rangos de Erosión del Sector La Siembra

Sector	Rango de Erosión	Area(ha)	%
La Siembra	Alta	224	15.68
La Siembra	Baja	383	26.80
La Siembra	Moderada	724	50.66
La Siembra	Moderadamente Alta	90	6.30
La Siembra	Muy Alta	8	0.56
		1429	100.00

Sector Bohechio

Está situado al Oeste de la subcuenca del Río Grande y al Sur de la cuenca alta del Yaque del Sur. Ocupa una superficie de aproximadamente 20,564 ha (12% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 10% del área, un 45% de Bosque Húmedo Subtropical y un 45% de Bosque Seco Subtropical. La altitud del Sector es de menos de 1,000 metros sobre el nivel del mar con un relieve que va de muy suave (0 a 12%) a pronunciado (25 a 50% de pendiente). Presenta baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 1500 m³/Km²/año.

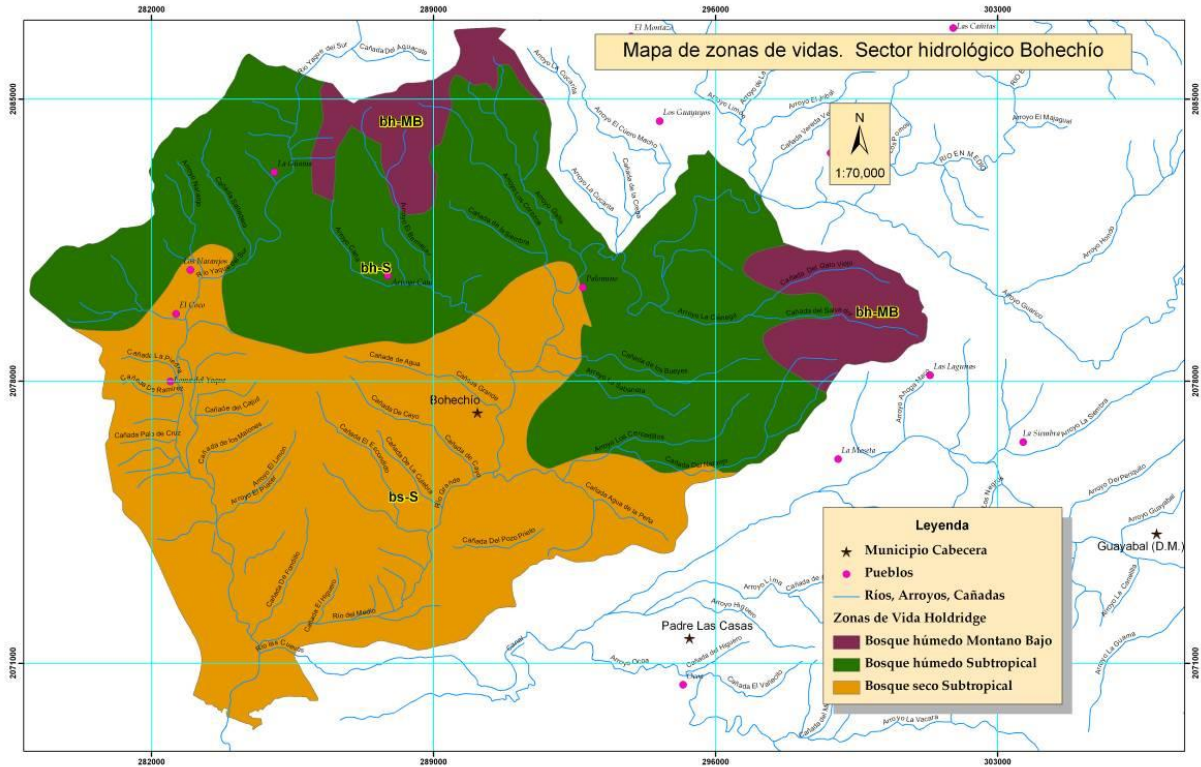


Figura No. 36 Mapa de Zonas de Vida del Sector Bohechio

La geología predominante consiste en rocas sedimentarias en gran parte de misma; en consecuencia la susceptibilidad a la erosión es alta, pero las bajas pendientes impiden que la sea alta.

El relieve casi plano de las zonas aluviales ha originado suelos moderadamente profundos, con buenas características agrológicas, con moderados problemas de erosión y una buena aptitud para la agricultura.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura, pastos degradados y matorrales en mas de un 90%. Tiene un índice de protección total de 0.40.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_4, D_3, P_2}{L_4, E_3, e_4, V_4} = 24$$

Sector Bohechío

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Limita al Sur con la microcuenca de Padre Las Casas, al Norte con Los Frios, al Oeste con el límite del estudio y al Este con Las Lagunas y Las Cañitas
Superficie	:	20,564 ha
Zona vida	:	Baja semejanza (4)
Degradación Específica	:	Media (3)
Pendiente	:	Moderada (2)
Litología	:	Rocas sedimentarias (4)
Erodabilidad	:	Moderada (3)
Cobertura de Erosión	:	Media (4)
Vegetación	:	Media (4)

Bohechio es una microcuenca con extensas áreas fluviales y amplias llanuras aluviales, donde el proceso de erosión está prácticamente ausente. También presenta algunas áreas con altas pendientes, pero de poca extensión. La actividad agropecuaria y barbechos de matorrales cubren casi toda el área. Presenta algunos problemas de erosión, pero no se puede considerar crítico. Presenta un índice de protección Bajo.

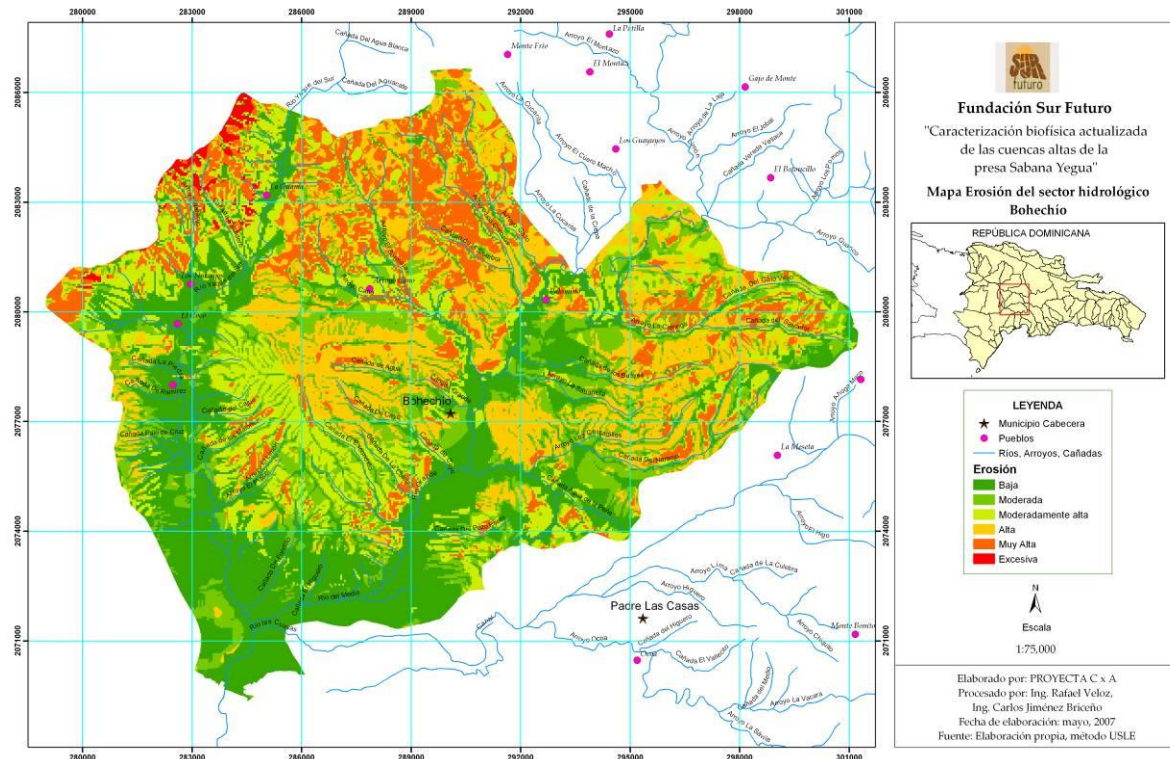


Figura No. 37 Mapa de Erosión del Sector Bohechio

La tabla que se presenta a continuación permite apreciar la proporción en la que se encuentran los rangos de erosión entre baja y moderadamente alta. Se destaca que el 13.47% presenta un potencial de erosión de muy alto, lo que orienta la prioridad hacia esa zona.

Tabla No. 45 Rangos de Erosión del Sector Bohechio

Sector	Rango de Erosión	Area(ha)	%
Bohechío	Alta	1236	6.03
Bohechío	Baja	6132	29.94
Bohechío	Excesiva	201	0.98
Bohechío	Moderada	4195	20.48
Bohechío	Moderadamente Alta	5961	29.10
Bohechío	Muy Alta	2759	13.47
		20484	100.00

Sector Maldonado

Se ubica hacia el límite Noreste de la parte alta de la subcuenca del río Grande o Del Medio, ocupa una superficie aproximada de 10,137 ha (6% del total) con una zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo en un 60% del área y 40% de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo. La altitud del Sector es superior a 2,500 metros sobre el nivel del mar y un relieve pronunciado de 25 a 50% de pendiente (excepto en el valle de La Culata), presentando una baja semejanza entre la vegetación actual y la que debiera existir según la zona de vida, siendo la erosión potencial de 1000 m³/Km²/año.

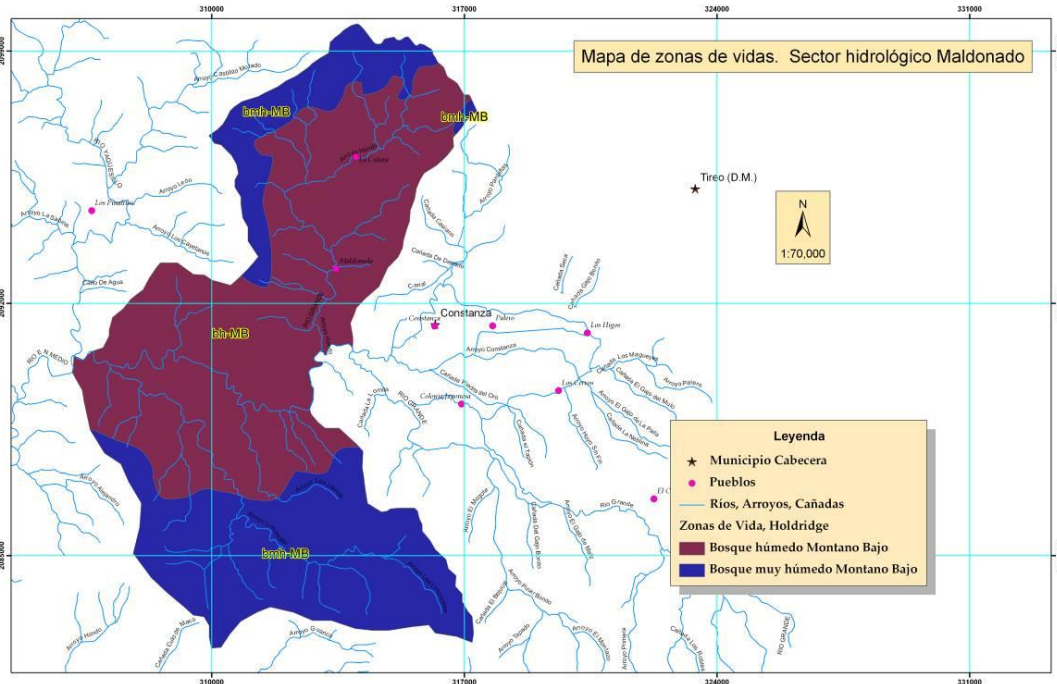


Figura No. 38 Mapa de Zonas de Vida del Sector Maldonado

La geología predominante consiste en rocas eruptivas, con baja susceptibilidad a la erosión, originando suelos con desarrollo limitado en las áreas con mayor pendiente, sin embargo, en el valle de La Culata se encuentran suelos profundos y de buena aptitud para la producción intensiva de cultivos. Es notable la presencia de procesos erosivos desde las áreas de piedemontes, abarcando el 60% de la superficie.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura y pastos degradados y matorrales en mas de un 70%, lo que implica un área de pobre vegetación boscosa, con un índice de protección total de 0.50. La actividad humana es alta en La Culata, disminuyendo en las áreas de vertientes abruptas. La baja densidad poblacional no es un obstáculo para las actividades de tumba y quema, por lo que se mantienen bien activos los procesos de erosión.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_3, D_2, P_2}{L_2, E_2, e_3, V_5} = 19$$

Sector Maldonado

Interpretación de Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Limita al Norte y Oeste con el área protegida Parque Nacional José del Carmen Ramírez, al Sur con la microcuenca de Las Cañitas, al Este con Palero
Superficie	:	10,137 ha
Zona vida	:	Medianamente semejante (3)
Degradación Específica	:	Débil (2)
Pendiente	:	Moderada (2)
Litología	:	Rocas eruptivas mezcladas (2)
Erodabilidad	:	Moderada (2)
Cobertura de Erosión	:	Media (3)
Vegetación	:	Baja (5)

En el mapa de erosión es notable la distribución casi homogénea de bajos a moderados niveles de erosión como consecuencia de una buena cobertura vegetal, a pesar de la presencia de zonas con pendientes escarpadas donde se ha eliminado la vegetación natural por agricultura migratoria. Al igual que en otras áreas de montaña se observan restos de la vegetación natural y bosques ralos de la vegetación secundaria que sustituyó la original. Algunas áreas se observan taladas y quemadas como un patrón que se repite en todos los sectores del área de estudio. En el pequeño valle de La Culata no se presentan problemas graves de erosión, aunque está presente en forma laminar y en surcos. Presenta un índice de protección alto.

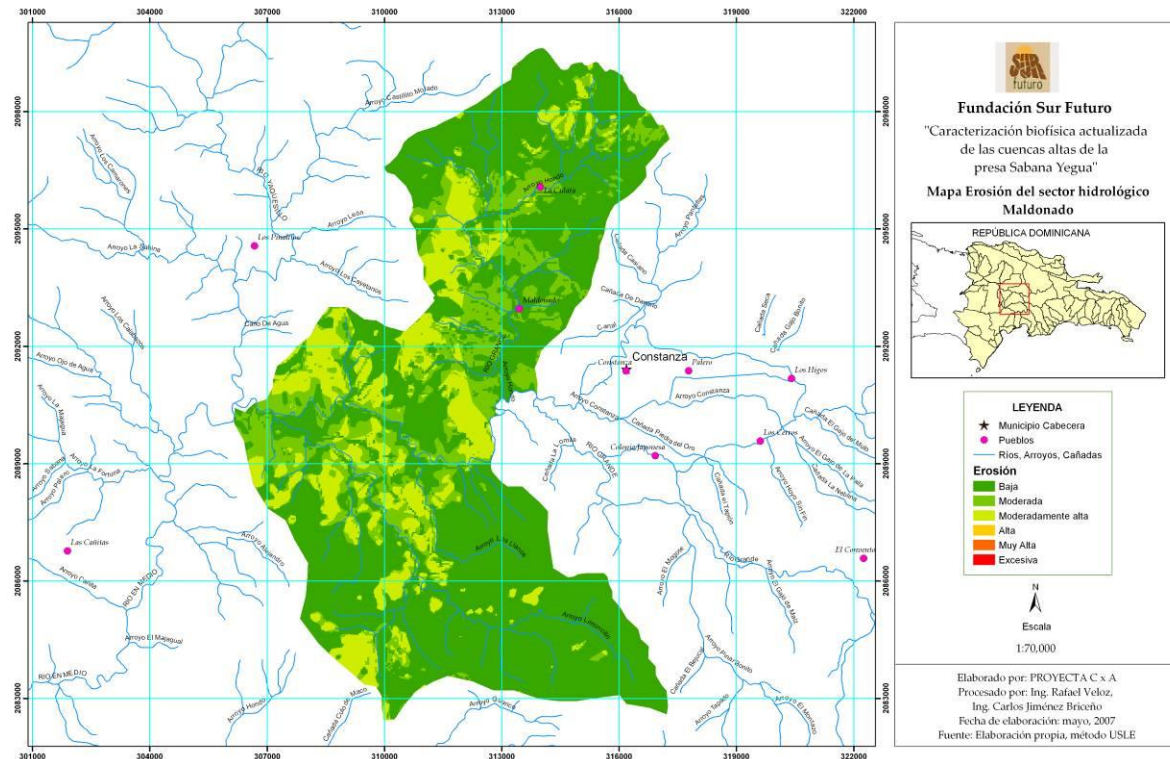


Figura No. 39. Mapa de Erosión del Sector Maldonado

embargo, en el valle de Constanza se encuentran suelos profundos y de buena aptitud para la producción intensiva de cultivos. Hacia los piedemontes se hace notable la presencia de procesos erosivos.

La cobertura vegetal predominante es de agricultura intensiva en el valle y los piedemontes. En las zonas mas elevadas también hay agricultura, pero de tipo migratorio. Las áreas con cobertura boscosa son pequeñas, así como las dedicadas al pastoreo. Se presentan extensas áreas de matorrales degradados y una reducida presencia de bosques que no alcanzan a proteger en forma efectiva contra la erosión.

El estado de conservación de este sector se representa por la formula descriptiva siguiente:

$$E = \frac{XX_3, D_2, P_2}{L_2, E_2, e_3, V_5} = 19$$

Sector Palero

Valores Característicos Predominantes de la Fórmula:

Localización	:	Limita al Norte con la microcuenca de Maldonado, al Oeste y al Sur con las áreas protegidas del parque, al Este con el límite del estudio
Superficie	:	5,763 ha
Zona vida	:	Medianamente semejante (3)
Degradación Específica	:	Débil (2)
Pendiente	:	Moderada (2)
Litología	:	Rocas eruptivas mezcladas (2)
Erodabilidad	:	Moderada (2)
Cobertura de Erosión	:	Media (3)
Vegetación	:	Baja (5)

La mayor parte de los terrenos de este sector presenta bajos niveles de erosión como se observa en el mapa de erosión. Si bien no se observan pendientes tan escarpadas como en otras zonas de la Cuenca, la presencia de erosión es notable hacia el Sur del Sector donde se practica la tumba y quema de árboles para establecer cultivos agrícola o zonas de pastoreo, al igual que en el sector de Maldonado y en los demás sectores del área de estudio. Más de un tercio del sector esta ocupado por el valle de Constanza, donde no se presentan problemas graves de erosión, aunque está presente en forma laminar y en surcos. Presenta un índice de protección mediano.

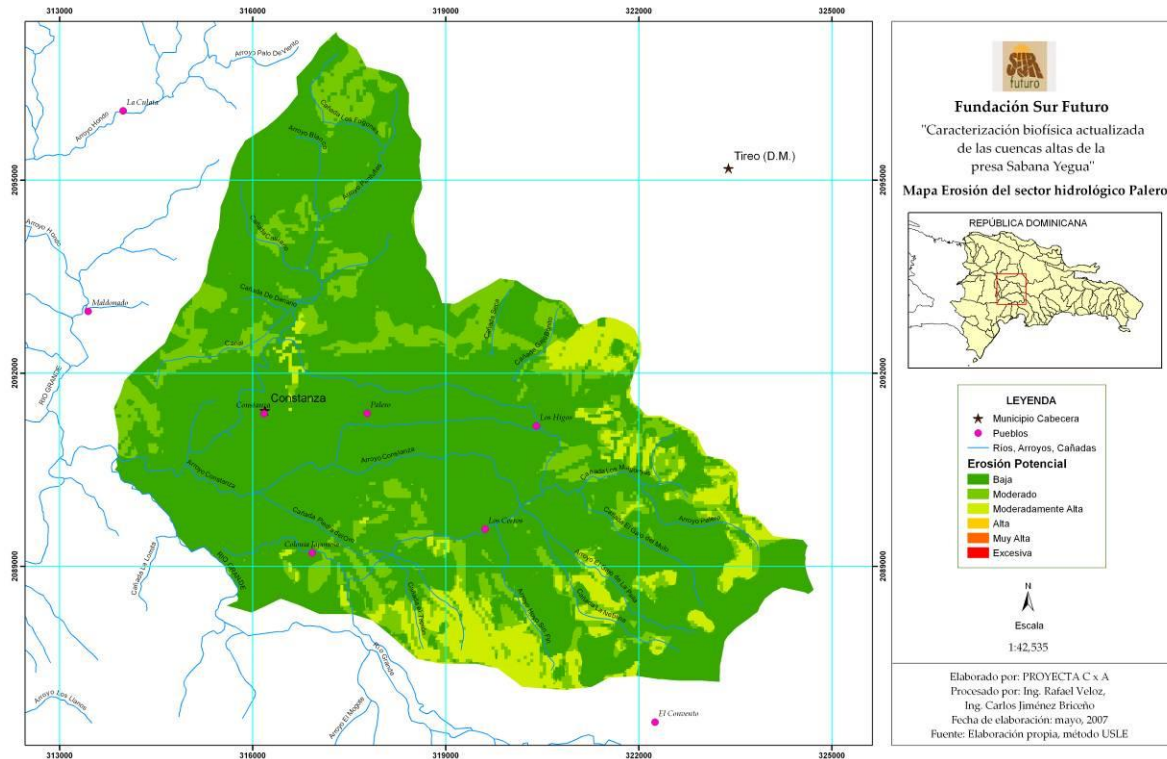


Figura No. 41 Mapa de Erosión Sector Palero

Como se observa en la tabla No. 47 el 90% del área presenta una baja a moderada tendencia a la erosión lo que coloca este sector junto a Maldonado como los mejores protegidos contra el proceso de erosión

Tabla No. 47 Rangos de Erosión Sector Palero

Sector	Rango de Erosión	Area(ha)	%
Palero	Baja	4683	82.75
Palero	Moderada	513	9.07
Palero	Moderadamente Alta	463	8.18
		5659	100.00

Tabla No 48. Resumen del análisis de la Degradación Especifica por Sectores

Sectores	Zona de Vida (ZV)	Erosión. Potencial M ³ /Km ² /año (E)	Pend. (P) %	Litología (L)	Geología (E)	Erosión (e)	Vegetac. (V)
Padre Las Casas	Bmh-mb ZV ₄	1500.00 D ₃	12-25 P ₂	L ₄	E ₃	e ₂	0.51 V ₄
Las Lagunas	Bmh-mb ZV ₄	1500.00 D ₃	12-25 P ₂	L ₃	E ₂	e ₃	0.60 V ₄
Las Canitas	Bh ZV ₄	2550.00 D ₄	50-75 P ₄	L ₁	E ₁	e ₄	0.60 V ₅
La Siembra	Bh ZV ₄	2400.00 D ₄	25-50 P ₃	L ₂	E ₂	e ₄	0.35 V ₄
Guayabal	Bh ZV ₄	2400.00 D ₄	25-50 P ₃	L ₂	E ₂	e ₄	0.56 V ₄
Bohechio	Bh ZV ₄	1500.00 D ₃	12-25 P ₂	L ₄	E ₃	e ₄	0.51 V ₄
Los Frios	Bh ZV ₄	2550.00 D ₄	50-75 P ₄	L ₁	E ₁	e ₄	0.55 V ₅
Palero	Bmh-mb ZV ₃	1000 D ₂	12-25 P ₂	L ₂	E ₂	e ₃	0.50 V ₅
Maldonado	Bmh-mb ZV ₃	1000 D ₂	12-25 P ₂	L ₂	E ₂	e ₃	0.50 V ₅

El cuadro resumen resultante de la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para cada uno de los sectores se presenta en el anexo en atención a que por su nivel de detalles no encaja en el contexto del documento.

Desplazamiento de los Sedimentos

Forma de realizarse el transporte de materiales por una corriente

Los estudios y experiencias sobre el transporte del material sólido por los cursos de agua, ponen de manifiesto que dicho proceso puede realizarse de una de las tres formas siguientes:

- Suspensión, los materiales son arrastrados por la corriente sin tocar el fondo.
- Saltación, los materiales avanzan a saltos sucesivos, describiendo trayectorias discontinuas tanto en el espacio como en el tiempo.
- Acarreos, los materiales ruedan o deslizan sobre el fondo.

En general, la saltación se engloba con los acarreos y así lo consideraremos en adelante.

Transporte de sedimentos en suspensión. Aplicación del modelo MUSLE a la cuenca del embalse de Sabana Yegua

El modelo MUSLE. (Modified Universal Soil Loss Equation) establecido por J.R. Williams (1975) se utiliza para estimar los sedimentos aportados por una cuenca hidrográfica para un aguacero concreto.

Responde a la expresión: $Y = 11.8 (Q q_p)^{0.56} K L S C P$

donde

Y, son los sedimentos emitidos por una tormenta aislada, en toneladas

Q, el volumen de escorrentía, en m^3 , q_p , el caudal instantáneo máximo en m^3/s Los restantes términos son los mismos de la USLE.

El valor de Q, volumen de escorrentía, fue calculado en el punto 4.5. El valor de q_p , caudal instantáneo máximo, se calculó en el punto 4.6. Sustituyendo todos los valores, previamente calculados, en el modelo MUSLE se obtienen los valores de Y de 1a tabla siguiente, para la serie de aguaceros considerados en el capítulo anterior para las subcuencas de los ríos Las Cuevas, Grande del Medio y Yaque del Sur, se obtienen los resultados que aparecen en las tablas del anexo No. Xx.

En dichas tablas anteriores se reflejan los promedios anuales de sedimentos emitidos por las tres subcuencas principales del embalse de Sabana Yegua. Dado que las tres subcuencas principales desembocan directamente en el embalse y que juntas ocupan prácticamente toda la cuenca de Sabana Yegua, basta sumar los tres valores correspondientes a cada subcuenca para obtener el promedio anual de sedimentos transportados en suspensión que ingresan en el embalse, que es igual a 3,780,211 toneladas.

El transporte sólido acarreado por los flujos de avenida

Trabajos anteriores sobre este tema han sido realizados: NORPLAN (1984), "Proyecto Alto Yaque del Sur, Estudio de Prefactibilidad. Informe Definitivo. Volumen II, Parte 3: Estudio de Transporte de Sedimentos". CDE. En el mismo se realizan mediciones de transporte de sedimentos en suspensión en los ríos San Juan, en Jáquimeye, y Grande del Medio, en Palomino, aunque sólo en estiaje. Utilizan la fórmula de Meyer-Peter/Müller para calcular los acarrees. SWECO (1988), utilizan la fórmula de Meyer-Peter/Küller para calcular los acarrees, estimándolos en 10,000 t/año en Palomino, río Grande del Medio.

Estas aplicaciones recientes de la ecuación de Meyer-Peter/Müller en Palomino proporcionan información acerca del volumen de acarrees del río Grande del Medio. Sin embargo, el hecho de que las suspensiones representen entre el 80% y el 90% de los materiales sólidos transportados por la corriente hace que consideremos que los valores calculados por los estudios citados están infravalorados. Puede ser que la gran diferencia que se obtiene aplicando las fórmulas para el cálculo de los acarrees se deba, como expresa J.A. Mintegui, a que no se puede "asociar el problema torrencial con un simple efecto dinámico del agua, ni tan siquiera a un movimiento del agua con materiales, sino que presentan una componente añadida de movimientos en masa en las laderas, que imprime al fenómeno global de una gran complejidad."

Estimando el peso de los acarreos en un 10% del transporte Bólido total, obtenemos el valor de 420,023 toneladas por año de acarreos que ingresan en el embalse de Sabana Yegua. La subcuenca del río Grande del Medio contribuye con 219,051 t/año, la del río Las Cuevas lo hace con 168,791 t/año y al río Yaque del Sur le corresponden 32,181 t/año.

La degradación específica de la cuenca del embalse de Sabana Yegua

Tal como anotamos anteriormente, el conjunto de los fenómenos de erosión hídrica en una cuenca hidrográfica obliga a considerar tanto la erosión que se produce en los cauces de desagüe, como la que se produce en el conjunto de tierras que conforman la cuenca de recepción, es decir, la erosión laminar, en regueros, en cárcavas, remontante y movimientos en masa.

Sumando los valores de los sedimentos transportados en suspensión a los acarreados por los flujos de agua hasta el embalse, obtenemos un promedio de 4,200,234 toneladas por año.

La degradación específica de una cuenca hidrográfica se define por el peso de tierra transportado fuera de la cuenca vertiente por unidad de superficie y tiempo. La degradación específica de la cuenca alimentadora del embalse de Sabana Yegua, es decir, la cantidad de tierra que sale de la cuenca y entra en el embalse, es de 2,586 t/km².año. Este valor representa el 20.7% del total de pérdidas de suelo que sufre la cuenca. Es decir, sólo el 20.7% de la erosión en la cuenca ingresa en el embalse de Sabana Yegua.

Clasificación de derrumbes y cárcavas

Partiendo del criterio de que para la corrección de derrumbes y cárcavas se puedan implementar medidas de control por los propios comunitarios utilizando materiales disponibles en la localidad, o se requieran medidas civiles de escala grande, se dividieron los derrumbes en dos tamaños: menor a 1 ha (puede ser controlado por los habitantes) y mayor a 1 ha (requiere medidas civiles de escala grande). Asimismo, las cárcavas se dividieron en dos dimensiones: profundidad menor de 2 m y mayor de 2 m.

Tanto los derrumbes y las cárcavas como el deterioro de los ríos y la inestabilidad de sedimentos en el lecho, fueron identificados en base a los criterios de fotointerpretación de fotos aéreas que se presentan en la Tabla no 49.

Tabla No. 49.- Criterios de interpretación en fotos aéreas.

Tipo de Erosión		Criterio de Identificación en Fotos Aéreas
Derrumbe	Mayor a 1 ha	Las partes donde la cobertura vegetal no esta recuperada completamente, se ven blancas y tienen forma rectangular.
	Menor a 1 ha	Las partes donde la cobertura vegetal no está recuperada completamente se ven blancas y tiene forma cóncava en general.
Cárcavas	Menos de 2m	Se ve como una línea longitudinal la zona carente de cobertura vegetal con unos centenares de metros de longitud y 2-3 m de ancho. Las cárcavas cortas y delgadas son difíciles de identificar en las fotos aéreas de escala 1:20,000.
	Más de 2 m	Existen cárcavas cuyas orillas se ven como dientes de sierra. Se ve como una línea gruesa larga en comparación con las cárcavas pequeñas.
Ríos Deteriorados		Debido a que el ancho es más amplio que el de las cárcavas, aunque haya árboles y arbustos a su alrededor, se ven blancos los sedimentos del lecho. Se caracteriza por la erosión de taludes, por lo que las orillas se ven como dientes de sierra.
Sedimentos Inestables en el Lecho		Después de la inundación producida por el Huracán Georges, se produjo una renovación vegetal en sedimentos no trasladados del lecho, que se ve gris en fotos aéreas. Sin embargo, en los que se mueven repetidamente, no se observa la renovación vegetal, viéndose blanco en fotos aéreas.

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Luego de la verificación de campo, la distribución del deterioro en la cuenca, en cuanto al número y tipo de derrumbes y cárcavas, grado de erosión de taludes y ríos deteriorados, se indica en el Tabla no. 50, a continuación.

Cuadro 50.- Derrumbes, erosión y ríos deteriorados en la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Subcuenca	Microcuenca	Derrumbes		Cárcavas		Deterioro de ríos		
		Menor a 1 ha	Mayor a 1 ha	Menos de 2 m	Más de 2 m	Río deteriorado	Erosión de taludes	Sedimentos inestables en el lecho
Alta Río Yaque del Sur	Baja del río Yaque del Sur	60(0.41)	10(0.07)	–	4	1	2	8
	Blanco	214(1.74)	76(0.57)	–	–	1	–	3
	Alta del río Yaque del Sur	65(0.52)	10(0.08)	7	6	–	–	–
	Subtotal	339(0.86)	96(0.24)	7	10	2	2	11
Río Grande del Medio	Baja del río Del Medio	24(0.07)	1(0.002)	7	25	–	–	2
	Yaguesillo	7(0.06)	1(0.009)	3	4	–	–	–
	Alta del río En Medio	4(0.02)	5(0.02)	8	1	–	–	–
	Subtotal	35(0.05)	7(0.01)	18	30	–	–	2
Río Las Cuevas	Baja del río Las Cuevas	30(0.18)	–	–	19	2	5	4
	Guayabal	4(0.06)	2(0.03)	–	1	–	1	–
	Alta del río Las Cuevas	153(0.42)	56(0.01)	5	14	6	3	5
	Subtotal	187(0.32)	58(0.10)	5	34	8	9	9
Total		561(0.34)	161(0.10)	30	74	10	11	22

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

La microcuenca del río Blanco presenta el mayor número de derrumbes, cuyos detalles son: derrumbes pequeños: 214 y derrumbes grandes: 76. También muestra una alta densidad de derrumbes por 100 ha, manifestando los valores 1.74 en escala pequeña y 0.57 en escala grande.

Le sigue la microcuenca alta del río Las Cuevas en el aspecto de derrumbes ocurridos. El mayor número de cárcavas pequeñas y grandes ocurridas se presenta dentro de la subcuenca del río Grande o del Medio.

Durante la inspección de campo realizada en abril, se observaron derrumbes en los sectores de Gajo de Monte, Guayabal y Arroyo Cano. Estos derrumbes se presentan con frecuencia en épocas lluviosas y causan deterioro de los caminos, dificultando la comunicación entre comunidades.

Estimación de sedimentos producidos por derrumbes y erosión

El INDRHI calculó, bajo la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), el volumen promedio anual de descarga de sedimentos por hectárea producidos por la erosión del suelo superficial de la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Con base a los resultados de dicho cálculo, se ha estimado el volumen de descarga de sedimentos producidos por la erosión de suelo superficial en la cuenca, expresados en toneladas por año, tal como se indica en la Tabla No. 51.

Tabla No 51.- Volumen de descarga de sedimentos por la erosión del suelo superficial en la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Subcuenca	Volumen Promedio Anual de Descarga de Sedimentos (t/ha/año)	Superficie de Subcuenca (ha)	Volumen promedio Anual de Descarga de Sedimentos de Subcuenca (t/año)
	A	B	A x B
Alta del Río Yaque del Sur	67	39,398	2,639,666
Río Grande o del Medio	97	68,913	6,684,561
Río Las Cuevas	208	58,574	12,183,392
Total de la cuenca		166,885	21,507,619

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Por otra parte, el volumen de descarga de sedimentos derivados de los derrumbes de pequeña y gran escala mayormente producidos por el Huracán Georges es como se describe en la Tabla No. 52.

Tabla No. 52.- Volumen de descarga de sedimentos por derrumbes de pequeña y gran escala, ocasionados por el huracán Georges, el 22/09/98, en la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Tipo de Derrumbe	Escala Promedio de Derrumbe				Volumen de descarga de sedimentos desde un derrumbe (m ³)	Cantidad Total de derrumbes ocurridos en la cuenca	Volumen Total de Descarga de Sedimentos (m ³)
	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (m ²)	Profundidad (m)			
Menor a 1 ha	60	30	1,800	2	3,600	557	2,005,200
Mayor a 1 ha	180	120	21,600	5	108,000	151	16,308,000
Total sobre la cuenca							18,313,200

Fuente: INDRHI. Estudio Hidrogeológico de la Cordillera Central, 2004.

Si se convierte en toneladas el volumen total de descarga de sedimentos en la cuenca, será: $18,313,200 \text{ m}^3 \times 1.4 \text{ t/m}^3$ (densidad de suelo) = 25,638,480 toneladas. Esto indica que el volumen de descarga de sedimentos derivados de los derrumbes ocurridos por la inundación provocada por el Huracán Georges es mayor al volumen proveniente de la erosión del suelo superficial provocada por la precipitación durante un año sobre la cuenca alta de la presa de Sabana Yegua.

Pese a esto, casi todos los sedimentos producidos por estos derrumbes fueron vertidos en los ríos cercanos a causa de la inundación ocurrida en aquel entonces, y finalmente fueron sedimentados en el embalse de Sabana Yegua. Por esta razón, actualmente en las laderas que sufrieron los derrumbes, casi no se observan tierras descargadas por los mismos.

Observando la producción de sedimentos, los sedimentos descargados en la presa se pueden dividir en dos grupos: uno está constituido por sedimentos producidos por derrumbes de laderas, y otro, por los producidos por la erosión del suelo superficial y cárcavas ocurridos en los lugares: conucos por quema, terrenos cultivados y pastos con el pastoreo excesivo, que están situados en vertientes escarpadas a los que no se han aplicado medidas de conservación de suelo. En los sedimentos del primer grupo se incluye la mayoría de los que vierten en los ríos cuando se producen huracanes, y en los del segundo grupo se incluye casi todos los sedimentos que se producen en las épocas de lluvias de cada año.

De acuerdo con los estudios de batimetría realizados por el INDRHI y el PNUD, 2000, la tasa de sedimentación en el vaso del embalse de Sabana Yegua es del orden de $2,644 \text{ m}^3/\text{km}^2$ por año. Esto significa que en 20 años de operación de la presa la capacidad de volumen muerto se ha reducido en $52,880 \text{ m}^3/\text{km}^2$.

Inundaciones por caudal torrencial o caudal de crecidas

El caudal torrencial (o esorrentía) produce picos en la corriente que dan como resultado inundaciones, erosión de las orillas de las quebradas y arrastre de sedimentos que luego son depositados en las partes más bajas, una consecuencia de la intensidad y duración de las lluvias que ocurren sobre el entorno y la baja capacidad de respuesta hidrológica de la cuenca, por su grado de deterioro, marcado por la deforestación o pérdida de cubierta en un relieve muy irregular y con grandes variaciones en su topografía.

En los sectores de Gajo de Monte, Guayabal y Arroyo Cano, se presentan inundaciones de hasta una semana de duración, en épocas lluviosas. Estas inundaciones generan problemas de comunicación entre las comunidades y provocan daños a cultivos agrícolas y a viviendas localizadas en las zonas bajas y cercanas a cauces de ríos y arroyos.

AREAS PROTEGIDAS

La consultaría incluye un análisis y presentación de resultados de las áreas protegidas que tienen influencia en el área de desarrollo del proyecto de la cuenca de Sabana Yegua cuya gestión esta bajo la responsabilidad del la fundación Sur Futuro, estas áreas son el Parque Nacional José del Carmen Ramírez con 44,641Has dentro del área del proyecto, el Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo) con 44,872 Has. Las Reserva Forestal de Arroyo Cano 4,580Has. Guanito con 1,535Has. y Villalpando con 123Has.

Parque nacional José del Carmen Ramírez.

El parque Nacional José del Carmen Ramírez forma parte del sistema nacional de áreas protegidas del país que esta constituido por 70 áreas bajo diferente categoría de manejo. El parque fue creado en el año 1958 a través de la ley No. 5066, y ratificado y mantenido en la misma categoría mediante la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 64-00 y la Ley Sectorial de Áreas Protegidas, No. 202-04.

El parque se inicia dentro de los limites de la loma de los aparejos donde se dividen los municipios de San Juan de la Maguana y Elías Piña, localizado en la vertiente sur de la cordillera central, en la provincia de San Juan, su extensión es de 764km² y en su limite norte, el parque limita con el Parque Nacional Armando Bermúdez. La importancia principal del parque radica en los servicios ambientales que presta a la región sur del país en materia de producción de agua, el cual tiene un alto valor hidrológico por constituir una zona de recarga de agua de los ríos Yaque del Sur y todos sus afluentes, su valor de protección es fundamental en vista de que en este parque están ubicadas las partes altas de las cuencas de los ríos Yaque del Sur, San Juan, Mijo y sus afluentes.

Cobertura de la tierra por tipo de ecosistema.

La cobertura de la tierra y los tipos de ecosistema del PNJCR están determinados por el tipo de clima predominante en el parque, el clima es producto de las condiciones locales, producto de una geomorfología muy abrupta, y de lluvias de origen orografico.

Estos factores determinan la conformación de un conjunto de microclimas que le confieren al parque un conjunto de ecosistemas diversos, con un tipo de cobertura que tiene su origen determinado por un conjunto de factores interrelacionados por el régimen de los vientos, la orografía, la temperatura, y la formación de corrientes y precipitaciones covectivas.

Según estudios realizados en el Año 1989 por la consultora Agridesa, en el parque se estimaba la existencia de unos 508.9 KM² con cobertura de bosque de pino equivalente a un 68.9%, 25.42 Km² de bosque húmedo 96.43Km² de bosque mixto, 5.3 Km² de praderas y 101.75 Km² en uso de agricultura y ganadería.

Tabla No. 53 Uso y cobertura de tierra en las áreas protegidas

NO.	USO Y COBERTURA	Km ²	%
1	Bosque de pinos	508.9	68.9
2	Bosque Húmedo	25.42	3.4
3	Bosque mixto	96.43	13.1
4	Praderas	5.3	0.72
5	Agricultura y ganadería	101.75	13.8
Total		732.8	100

El tipo de cobertura ha sufrido variaciones según estudio realizado por la Secretaria de Medio Ambiente en cooperación con el instituto de cooperación del Japón (JICA), estimándose un cambio en el uso y cobertura del suelo hacia áreas agrícolas y ganaderas que pueden extenderse a más de 250 Km², correspondiente a un 33% del área total del parque.

En el área del parque se han diferenciando y zonificado siete ecosistemas con características bien diferenciadas:

Ecosistema de Pinares.

El mayor porcentaje del parque se encuentra ocupado por ecosistema de pinares y combinación de pinares con latifoliadas, estos ecosistemas se extienden desde las áreas más altas en la cima de la cordillera central, incluyendo parte del pico duarte y la Rusilla hasta las áreas más baja del límite del parque.

Las especies de pino criollo (Pinos occidentales) son las especies predominantes y la más representativa del PNJCR con una distribución uniforme a partir de los 2,500 m.s.n.m. Este ecosistema presenta asociado un sotobosque con estratos arbustivos y herbáceos, que varían con los factores edáficos y la exposición al sol, y la acción de los incendios forestales. El bosque de pino maduro se presenta de forma homogénea cuando no ha sido alterado por factores antropicos o naturales, en el estrato arbustivo las especies mas frecuente son el tamarindo de loma (Weimannia pinnata), el palo reina (Lyonia heptamera) , el palo blanco (Garrya fadyenii) y son frecuente las fucsias (Fucsia triphyla). En el sotobosque herbáceo son frecuente los helechos de la especies Pteridium aquilinum y Lophosoria quadripinnata.

Ecosistema Bosque húmedo tropical.

Este ecosistema es el de mayor diversidad desde el punto de vista biológico y con interrelaciones mas compleja de los ecosistema que conforman el PJDCR, y según el informe de GITEC este ha sido el ecosistema mas alterado en los estudios comparativos realizados en los años 1989-2004, este ecosistema se sitúa en altura próxima a los 2,500 msnm, en la parte de menor altura del parque, siendo la parte de mayor alteración por los factores antropicos, este ecosistema ocupa una gran área de la cuenca del río la cidra y se extiende hasta los limites del parque Nacional Armando Bermúdez, se extiende también en la proximidad de los Fríos en Loma en Medio.

Debido a sus condiciones climáticas en este ecosistema abundan las especies de árboles con raíces tabulares y adventicias y plantas epifitas. En los suelos ácidos

predominan los helechos arborescentes y en el estrato arbustivo y en el segundo estrato arbóreo predominan la palma de la especie manacla (*Prestoea montana*), el cacao cimarrón (*Sionaea berteriana*), en el estrato arbóreo debido a la gran diversidad, con la existencia de más de 60 especies se hace difícil determinar las asociaciones vegetales predominantes.

En el ecosistema bosque húmedo tropical presente en el parque son muy características las especies palo de viento (*Didymopanax tremulus*), el aceituno como especie endémica (*Tabaebulia berterii*), el almendro (*Prunus occidentales*) y palo de cotorra (*Brunellia comocladifolia*).

Ecosistema Bosque húmedo Montano.

Este ecosistema se puede considerar como una extensión del bosque húmedo, debido a la similitud que presenta con el bosque húmedo, pero se puede distinguir en este algunas asociaciones de especies con variaciones desde el punto de vista fisiológico, constituidas por *Garrya fadyenii* y la asociación formada *Wenmania pinnata*, las cuales se sitúan en las áreas de mayor altitud del parque.

Debido a las condiciones extremas de muy baja temperatura en este ecosistema se encuentran caracteres muy diferenciados del resto de los demás ecosistemas con un alto porcentaje de endemismo, entre estas especies características se pueden distinguir la *Guettarda ocoana*, *Pilea alpina*, *Miconia krugii*, *Gaultheria domingensis*.

Este ecosistema debido a sus condiciones extrema presenta una alta fragilidad y el mismo se ubica en la zona de mayor recarga hídrica, estando interrelacionada su fragilidad con las variaciones hidrológicas que se presentan cíclicamente esto determina la necesidad de implementar prácticas de conservación especiales a este ecosistema.

Ecosistema de Sabina.

En este ecosistema del bosque húmedo predomina la sabina (*Juniperus graciliar*) como especie de importancia en el parque ubicándose a una altitud entre los 1,000 y 1,500 m.s.n.m. esta especie debido a su alto valor comercial a sido de las más impactadas, según la consultora GITEC, y comprobado en un recorrido de campo realizado por nosotros se puede comprobar que solo existen ciertos rodales reducidos en la zona límite del parque, específicamente en Loma en Medio muy próximo a Los Fríos y algunos rodales ubicados en próximo al valle del tetero y en algunas áreas de la cuenca del Río Las Cuevas, esta especie por su alto endemismo y valor botánico debe ser considerada como un patrimonio del parque a ser conservado y establecer un programa para su propagación e investigación.

Ecosistema de Manacla.

Esta especie predominante de este ecosistema se desarrolla a partir de una altitud comprendida entre los 1,200 y 2,000 m.s.n.m. la palma Manacla (*Prestorea montana*) se manifiesta como una asociación vegetal posterior al bosque húmedo producto de la degradación de este por acción de los agentes antropicos y los ciclones donde la Manacla coloniza en los espacios dejado por la desaparición de los árboles, y debido a las características de esta especie de hábitos heliofilo y una gran capacidad de propagación debido a su gran producción de semilla y su capacidad de ocupar los espacios se asocia a las especies arbóreas existente.

Ecosistema Mixto Pinos y Latifoliadas.

Este ecosistema ha tenido su origen en el parque debido a la acción de los incendios, talas y ciclones, dando origen a una formación donde se interrelacionan el bosque de latifoliada con las característica del pinar esta formación se localiza en los limites de altitud del bosque húmedo. En esta combinación florística se distinguen las características de ambas especies pero se destaca el predominio la diversidad de las especies de latifoliadas típicas del bosque húmedo, este ecosistema es importante en el PJDCR debido a que ocupa una extensión considerable del parque próximo a un 14% de las formaciones y sucesiones vegetales del mismo

Ecosistema Praderas Montanas o Sabana de Altura.

El valle del Tetero es el área más representativa de este tipo de ecosistema, ubicado a una altitud de unos 1,400 m.s.n.m. Sabana Vieja, Sabana Arroyo ubicadas a unos 2,400 m.s.n.m. son también representativos de estas formaciones vegetales, con predominio de gramínea como el pajon (*Danthonia domingensis*). Este ecosistema ocupa una extensión de 531.25 Km² equivalente a un 0.45% del área del parque. Estos ecosistema se desarrollan principalmente en los valles intramontanos que se encuentran asociados a la cuenca de los principales ríos ocupando los suelos aluviales mal drenados. Las especies predominantes en estas formaciones son básicamente gramíneas conocida generalmente como el pajon (*Danthonia domingensis*).

Según el último estudio de cobertura realizado por Procaryn en el año 2006, utilizando foto actualizadas al 2006 del Lansat, la variación de cobertura en toda el área del parque principalmente en los ecosistemas de pino denso y medio denso ha variado considerablemente por efecto del ultimo fuego forestal que afecto al parque, estos resultados que son los mas reciente se presentan en la siguiente figura y grafico.

Tabla No. 54. Cobertura del parque PNJCR

TIPO COBERTURA	ÁREA (KM ²)	PORCENTAJE
Bosque Conifero Denso	65.61	8.4
Bosque Conifero Medio Denso	131.08	16.9
Bosque Conifero Abierto	64.70	8.30
Bosque Conifero Muy Abierto/ Pasto	94.53	12.2
Pasto con Árboles Aislados	73.52	9.5
Bosque Quemado (ante conifero denso)	173.18	22.3
Bosque Quemado(ante conifero medio denso)	23.56	3.0
Bosque Latifoliado	56.11	7.2
Bosque Latifoliado muy Abierto/ Pasto	48.20	6.0
Pasto/ Escasa Vegetación	49.98	6.2

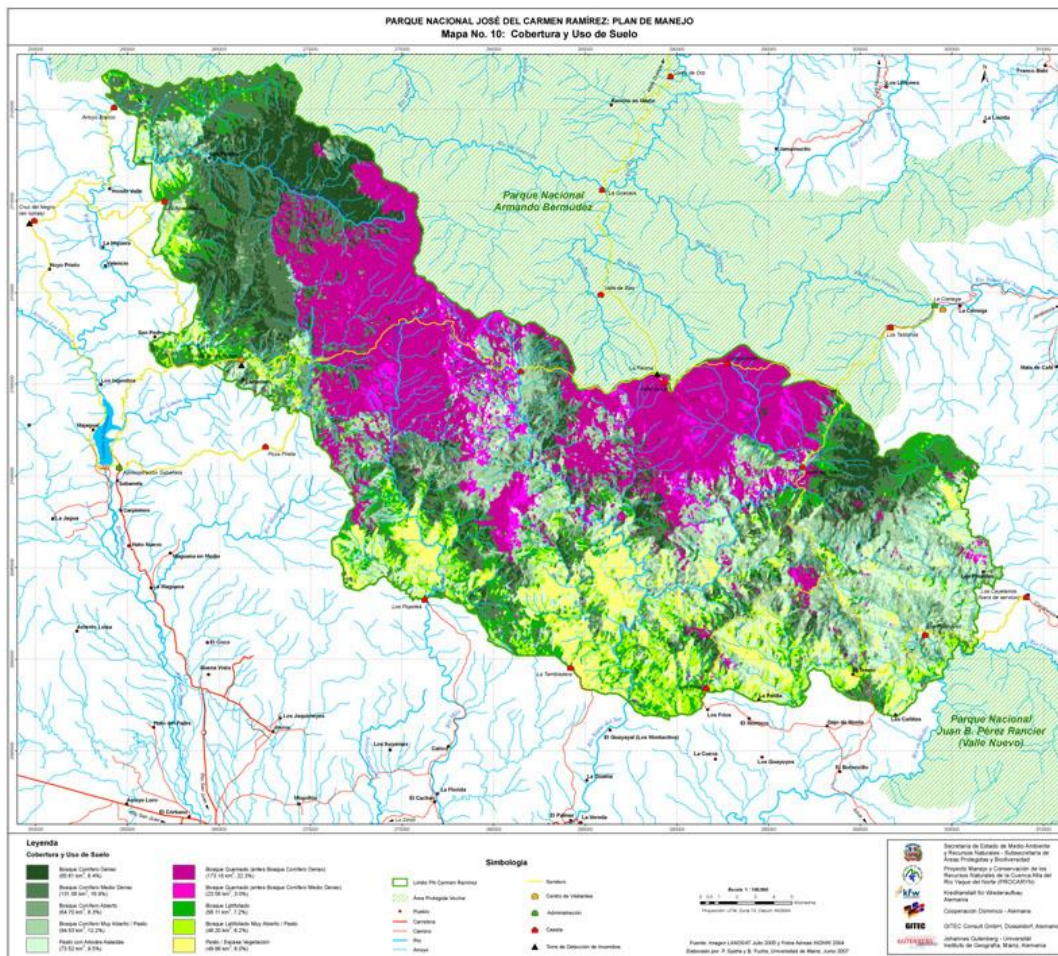


Figura No. 42 Cobertura del PNJDCR.

Fauna asociada al PNJDCR.

La fauna silvestre del PNJDCR se caracteriza por un alto nivel de endemismo incrementándose su porcentaje con la altitud, relacionado con su proceso de adaptación y especialización. Entre las especies nativas del grupo de mamíferos se encuentran unas 17 especies de murciélagos, un roedor, la jutía endémica (*Plagiodontia aedium*), un insectívoro, el endémico solenodonte (*solenodom paradoxus*). Entre las especies introducidas abundan los jabalíes o puerco cimarrones (*Sus scropha*), perseguida por cazadores furtivos, los hurones (*Herpestes aeropunctatus*) y especies domesticas como perro, gato y ganado en estado cimarrón.

Los anfibios y reptiles son la de mayor representación en el parque distinguiéndose una serie de lagartijas como la *Anolis ethergidei*, *Seniurus baleatus* y *Celesres darlingtoni*, y algunas especies de serpiente como: *Epicrates striatus*, *Antillophis parvifrons*.

La avifauna es de gran abundancia las mas reconocidas se encuentran la Cotorra (*Amazona ventralis*), el cuervo (*Corvus leucognaphalus*), perico (*Aratinga chloroptera*), el Canario (*Carduelos dominicensis*) el Pato chirii (*Calyptophilus frugivorus*), la ciguita juliana (*Vireo nanas*), el sorzal de la selle (*Turdus swalesi*), la Cigua del pinar (*Dendroica pinus*), y su subespecies dominicana (*Dendroica pinus crysoleuca*) restringidas a los pinares de la cordillera central.

Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (VALLE NUEVO)

Cobertura de la tierra por ecosistemas

El parque se encuentra localizado entre las provincias Monseñor Noel, la vega, Azua y San José de Ocoa, en los paralelos 18°, 36', 10" y 18°, 57', 52" Latitud Norte 70°, 26', 56" y 70°, 51', 44" Longitud Oeste, límites creados por decreto No. 233-96 y ratificados por la ley sectorial de áreas protegidas 202-04.

El área protegida esta constituidas por cuatros unidades fisiográficas que conforman el conjunto de sus diferentes Subcuencas, son esta las siguientes:

Tabla No. 55 Unidades Hidrográficas

UNIDAD	NOMBRE	ÁREA KM ²
	Riío yuna	279.0
	Riío Nizao	200.0
	Riío las Cuevas	357.20
	Riío Grande del Medio	232.65
	Riío Yaque del Norte	230

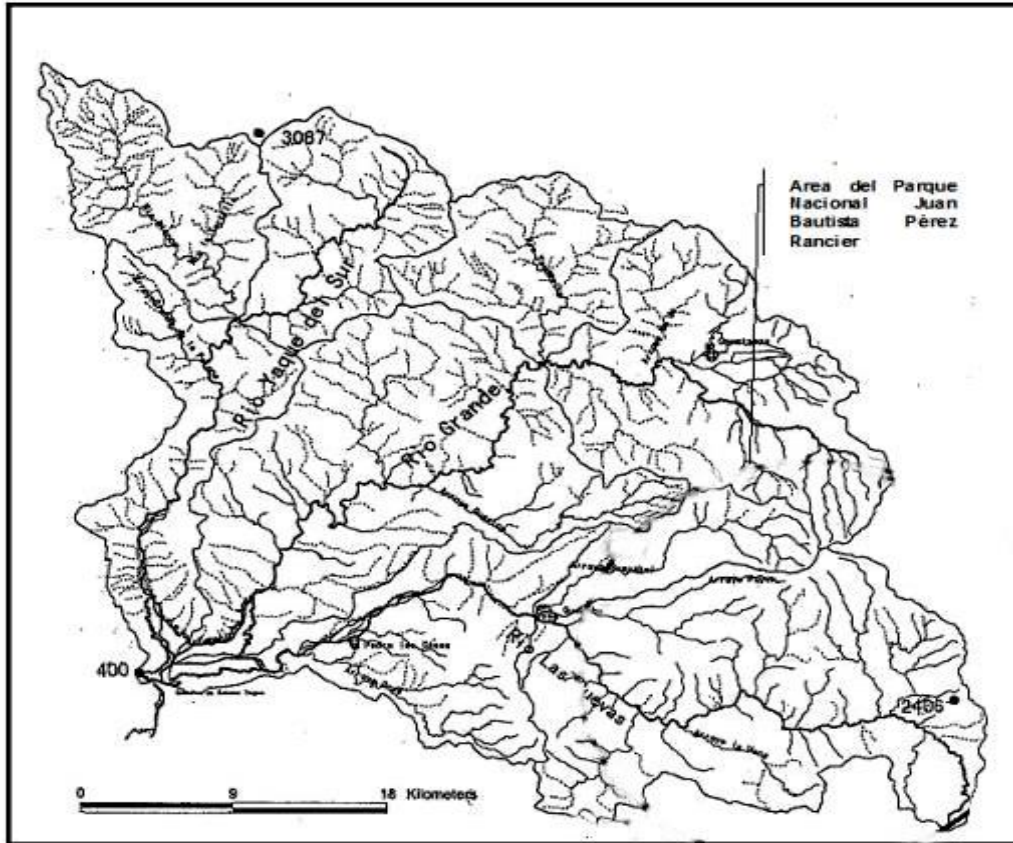


Figura No 43. Área del PNJBPR

En el parque PNJBPR se han identificados cuatros ecosistemas bien diferenciados por criterios de altitud y agro climáticos, que determinan igual zonas de vida, dentro de estos ecosistemas se han reportados unas 531 especies de plantas, de las cuales 401 son espermatofitas y 130 son helechos y asociadas. Estas especies se encuentran distribuidas en 103 familias y 347 géneros, registrándose 138 especies endémicas (30%) de la isla Hispaniola .Del total de las familias reportadas, 15 son introducidas, representadas por 73 especies y 46 géneros constituyendo un 13% del total de géneros de la flora del parque, se distinguen los siguientes ecosistemas con sus especies predominantes:

Bosque Húmedo Montano Bajo: con una superficie de 345 Km², equivalente a un 38% ocupando altura entre 1,930 a 2,550 m.s.n.m. abarca parte del valle altiplano del PNJBPR, y las principales áreas de las cuencas del río nizao, Las cuevas y río Grande del Medio.

La cobertura de este ecosistema esta constituida principalmente por el *Pinus Occidentales*, con algunas especies de latifoliadas como la *Taberbulia berti*, en el sotobosque predominan especies de arbusto como *Ganya fadyenii*, *Baccharis mysinites*, *Fucsia prigsheimiii*, *Fucia tripilla* y *Lyonia heptamera*.

Bosque Muy Húmedo Montano Bajo: ocupa una extensión de 245 Km² equivalente a un 27% del área ocupa gran parte de la zona núcleo del parque y de amortiguamiento que se localiza en la vertiente norte del río Yuna y Nizao, las especies predominantes en este ecosistemas son *O. patens*, *Taberbulia berteri*, *T. vinoso*. *Brunellia comocladifolia*,

Cyathea furfuracea, Trema micrantha, Cecropia schreberiana, así como los helechos arborescentes Cyathea harrissi, y Cyathea furfuracea.

Bosque Pluvial Subtropical: ocupa una superficie de 175Km² equivalente a un 19.0 % este ecosistema se localiza entre los 1,200 a 2,300 m.s.n.m. esta formación se encuentra específicamente en la zona núcleo del parque, principalmente en la zona central de Valle Nuevo, las especies características de esta áreas son : Didymopanax tremulus (palo de viento), Magnolia pallescens (ébano verde) y Podocarpus aristatus (palo de cruz), asociados a estas especies se encuentran la Alchornea latifolia, Brunellia comocladifolia, Laplacea sp., Taberbuia vinosa, Guettarda cv. Ovalifolia.

Bosque montano Bajo Subtropical: ocupa 145.0 Km² equivalente a un 15.8%, localizada entre los 1,850 a 2,200 m.s.n.m. este ecosistema se extiende a través de una franja que recorre las aristas de la montaña de la zona noreste en las comunidades ubicadas en Constanza hacia el suroeste. La vegetación dominante es el Pinus occidentales en asociación con especies de latifoliadas como T. vinosa, Brunellia comocladifolia, Cyathea furfuracea, Trema micrantha, Oreopanax capitatus, Cecropia schreberiana, Prestoea montana, y los helechos Alsophila brooksi, Alsophila woodwardioides, Cyathea harrissi, Cyateha aff. Harrissi.

En base a los criterios físicos ecológicos y agros climáticos, se pueden diferencial tres zonas agro ecológicas, asociadas a los valles intramontanos de origen aluvial.

Valles intramontanos de tierras bajas: con clima templado en invierno y en verano con características de clima calidos que puede alcanzar los 28 grados Celsius esta formación se ubica principalmente en las comunidades fuera del parque como el convento las auyamas etc. Predominando las zonas de vida bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo .

Valles intramontanos de tierras medias: en esta áreas el clima varia de templado a frío con temperatura que varían de 16 a 4 grados Celsius, se ubica entre los 1,750 y los 2,200 m.s.n.m., comprende los valles intramontanos ubicados en las comunidades de Monte Llano, El Castillo, La Siberia, Pinar Parejo, Arroyo del pino, La nuez, Las Espinas, Quita pena y Los Limoncillos las zonas de vida predominantes son Bosque húmedo montano Bajo, Bosque Muy húmedo Montano Bajo y Bosque Pluvial subtropical.

Valles Intramontanos de Tierras Altas: esta zona ocupa los valles de la meseta central del PNJBPR, entre los 2,200 y 2,500 m.s.n.m., la temperatura son muy bajas oscilando entre los 12 a 8 grados Celsius el uso de este ecosistema es fundamentalmente en sistemas agroproductivos, eco turísticos, veraneo, y en esta zona se localizan las cuatros zonas de vida existente en el parque. Las áreas más impactadas de este parque están localizadas en las comunidades de Los Castillo, la Nuez, Las Espina y la Siberia

Según las unidades fisiográficas y características de los suelos en el parque PNJBPR, se presentan cinco unidades de tierra que determinan su uso potencial

Fauna asociada al PNJBPR.

Para el área del parque se han reportado la existencia de 43 especies de aves, 11 especies de reptiles y 6 de anfibios, las 43 especies de aves están agrupadas en 12 órdenes y 22 familias. De estas 17 son endémicas representando el 63% del total de especies y 8 están consideradas bajo categoría de amenaza, entre las que se encuentran: el perico (*Aratinga chloroptera*), El Cao (*Corvus palmarum*), golondrinas verde (*Tachycineta euchrysea*) y el pico cruzado (*Loxia megalplaga*). De las especies de anfibios se reportan predominio del genero *Eleutherodactylus* y en menor proporción el genero *E. auriculatoides*. Los reptiles reportados la familia *Polychrotidae* es la mas representativa con predominio del genero *Anolis*, casi el 100% de los reptiles presente en el parque son endémicos de la Hispaniola.

Reserva Forestal Arroyo Cano

Esta reserva forestal fue declarada dentro de esta nueva categoría de manejo por la ley sectorial 202-04 esta ubicada en la provincia de Azua y San Juan de la Maguana, y ocupa la parte media de la cuenca de Sabana Yegua tiene como limites y punto de partida las coordenadas UTM 283600 ME Y 2075300 MN y se extiende por el limite norte de la presa de de sabana Yegua, continuando en dirección noroeste bordeando por el pie de monte del bosque localizado al oeste de boechio y al pie de la loma la bandera pasando al oeste de arroyo Caña, hasta llegar en dirección este al pie de monte del río Yaque del Sur. Del área total de la reserva solo 4580Has se localizan dentro del área de estudio. Esta reserva predomina principalmente un ecosistema de zona de vida de bosque húmedo con una parte de bosque de transición, predominan las especies caoba criolla, roble, capa y matorrales etc. Esta reserva por su reciente declaración ha sido poco estudiada, y esta sometida a mucha penetración, con ganadería, y crianza de chivo lo cual impacta la reserva. En visita realizada a la zona la mayoría de los comunitarios no tienen conocimiento de la declaración de la zona como área protegida razón por la cual varios comunitarios solicitan planes de manejo para el aprovechamiento de las plantaciones de caoba criolla existente en la misma y la reserva no cuenta con ningún tipo de protección por parte de las autoridades correspondiente, lo cual dificulta su preservación esto hace necesario la formulación de un plan de manejo de la reserva con la socialización de los actores claves involucrados en su uso.

Reserva Forestal Villarpando

Localizada en la provincia de San Juan de la Maguana, ocupa la parte baja de la cuenca de sabana Yegua solo 123 Has de esta reserva se localizan dentro del área de estudio, tiene como limites los siguientes: punto de partida las coordenadas UTM 290000 ME y 2057000 MN continuando en dirección este-noroeste por el pie de monte de los cerros de La Cruz, loma la meseta, continuando en dirección al norte por el pie de monte de la loma la pelada y loma del oro, sigue en dirección noroeste por el pie de monte pasando al norte de la loma de Guano, hasta la loma el salado, siguiendo en dirección oeste por el pie de monte del bosque localizado al sur del embalse de la presa de Sabana Yegua, continuando hacia el sur por el pie de monte del bosque latifoliado al

este del río Yaque del Sur, pasando al norte de Villarpando, Bastida, Arroyo Salado, La Trinchera, y Magullar.

La cobertura de esta reserva esta dominada por el bosque seco, con áreas de latifoliadas localizadas en la parte norte de la reserva. El ecosistema de bosque seco esta dominados por las especies aroma, cambrón, cactus y Guayacán (*Guaiacum officinale*) de especies variadas, el ecosistema de latifoliadas esta dominados por las especies de caoba criolla, roble, capa, y sotobosque de matorrales, esta reserva al estar influenciadas por varias comunidades tiene una alta penetración que causan impactos en la misma, predominando la extracción de carbón y leña y especies de valor comercial como la caoba criolla (*Switenia mahogany*), el almacigo (*Burera simaruba*), Juan primero (*Simaruba Glauca*), Roble (*Catalpa longisiliqua*), jobo de puerco (*Spondias Bombin*) se realizan en toda su extensión cría de ganado, chivo y ovejo. Las comunidades que interactúan en esta reserva no tienen conocimiento de la declaratoria de áreas protegidas lo que indica que su declaración no fue socializada, como lo expresaron los comunitarios entrevistados en visita a esta reserva.



Figura no. 46. Vista parte reserva forestal Villarpando

Reserva Forestal Guanito

Esta reserva se ubica en la provincia de San Juan, ocupa la parte baja de la cuenca de Sabana Yegua 1535 Has de esta reserva se ubican dentro del área de estudio, esta reserva tiene los límites siguiente: como punto de partida tiene las coordenadas UTM 283000 ME Y 2070000 MN, continua su relimitación en dirección noroeste bordeando toda la zona boscosa al oeste del embalse de Sabana Yegua, continua en dirección noroeste bordeando el pie de monte de la loma el guanal, loma del Yaque, loma del Agua, hasta llegar a cañada honda, continuando en dirección suroeste bordeando la loma de agua pasando por el pie de monte del Gajo de los cuartos, siguiendo dirección suroeste por el pie de monte del bosque de latifolias localizado al este de la cañada la Orquesta hasta llegar a la comunidad de Mijo y continua hacia el este-suroeste hasta pasando al norte de la comunidad de Sabana Alta, guanito, y pasando al sur de los cerros de Barreno.

En esta reserva predomina el ecosistema de bosque seco con tres pisos, el más alto alcanza altura de 7-10 metros, presentando densidades variables, con algunas áreas de bosque de latifolias en la parte norte de la reserva. En el ecosistema de bosque seco predominan las especies de aroma guayacán, Campeche y cactus, el bosque de latifolias esta dominados por las especies de caoba criolla, roble, capa, mara etc. Al igual que las otras dos reservas las comunidades que interactúan en esta reserva no conocen la declaración como áreas protegidas y la misma es utilizada por las comunidades para diversos usos, como son la cría de ganado, chivo y ovejo y la extracción de carbón y leña y madera de valor comercial del bosque de latifolias.



Figura No. 47. Vista bosque seco reserva forestal Guanito

Áreas impactadas y fuente de amenazas.

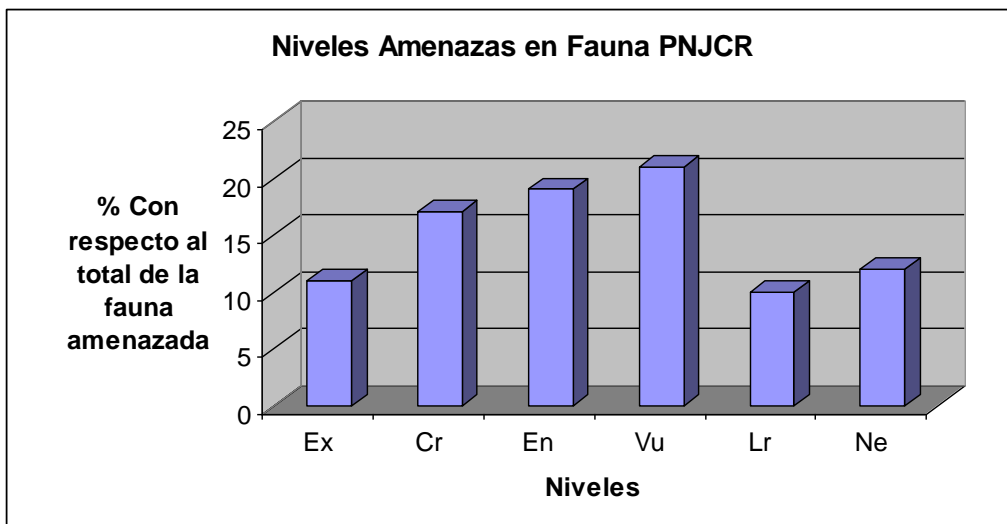
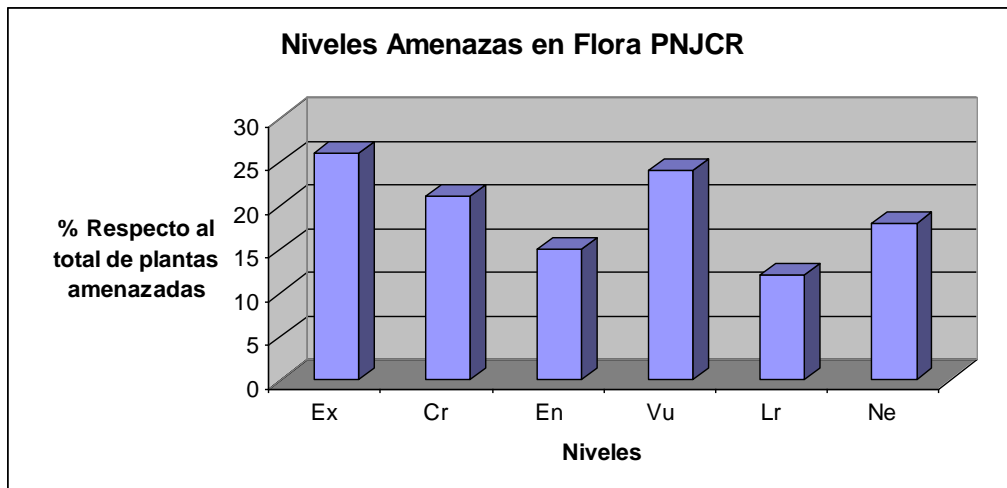
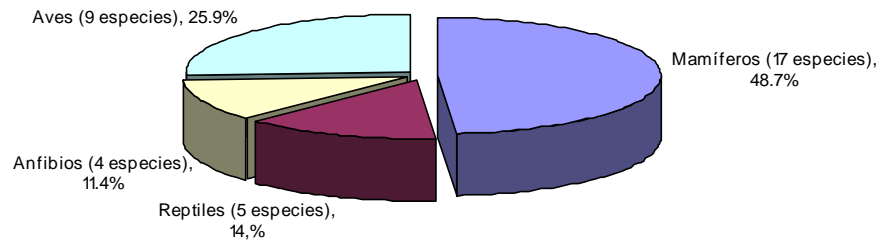
Las áreas que están expuestas al mayor impacto dentro del PNJCR, están localizadas en las comunidades Los Rodríguez, La Cañita, Los Fríos, el Tetero, El Montazo, los Guayuyos. En el PNJBPR las áreas de mayores impactos están localizadas en Los Castillo, La Siberia, La Nuez, Las Espina, Pinar Parejo, Arroyo del Pino y Los Limoncillos.

El cuadro siguiente presenta una relación de las áreas impactadas con su fuente de amenaza

TABLA V. FUENTE DE AMENAZA POR ECOSISTEMA

Área Protegida	Ecosistema predominante	Extensión (Km ²)	Porcentaje	Fauna asociada	Fuente de Amenaza	% área impactada del ecosistema
PNJDCR	Bosque confiero denso	65.61	8.4	Jutia, selenodonte, avifauna, reptiles, anfibios	Fuegos, caza, huracanes, desmonte	22.3
“	Bosque confiero medio denso	131.08	16.9	Reptiles, anfibios, avifauna	Fuego, desmonte, huracanes, pastoreo	3.0
“	Bosque confiero muy abierto/Pasto	94.53	12.2	Reptiles, avifauna, anfibios.	Desmonte, Sobre pastoreo, agricultura, huracanes.	32.6
“	Pasto con árboles aislado	73.52	9.5	Reptiles, anfibios, mamíferos	Desmonte, fuego, agricultura nómada	36.8
“	Bosque latifoliado	56.11	7.2	Reptiles, Anfibios, avifauna	Desmonte, fuego, agricultura nómada, huracanes	12.2
“	Bosque Latifoliado muy abierto/Pasto	48.20	6.0	Reptiles, Anfibios, aves, mamíferos	Desmonte, trafico ilegal madera, fuego, huracanes, agricultura, ganadería	16.7
“	Pasto/ escasa vegetación	49.98	6.2	Reptiles, mamíferos aves, anfibios	Fuego, ganadería, huracanes, agricultura	75.5
PNJBPR	Bosque húmedo montano bajo	345.0	38.0	Reptiles, Aves, Anfibios	Desmonte, fuego, agricultura, pesticidas	23.4
“	Bosque muy húmedo montano bajo	245.0	27.0	Reptiles, anfibios, mamíferos	Agricultura desmonte, fuego, huracanes	21.3
“	Bosque pluvial subtropical	175.0	19.2	Reptiles, mamíferos, aves, anfibios	Agricultura, fuego, desmonte, plaguicidas.	32.5
“	Bosque Montano Bajo Subtropical	145.0	15.8	Reptiles, aves, anfibios	Agricultura, desmonte, fuego	35.2

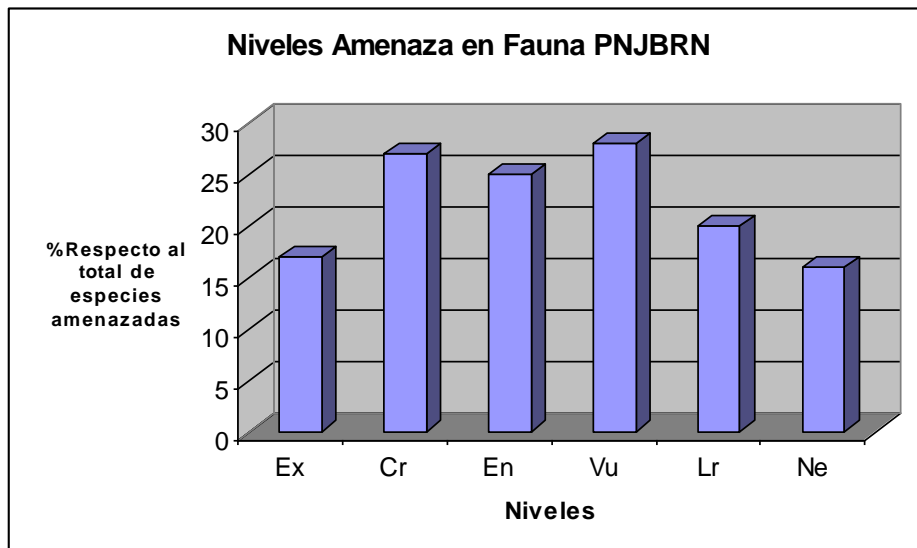
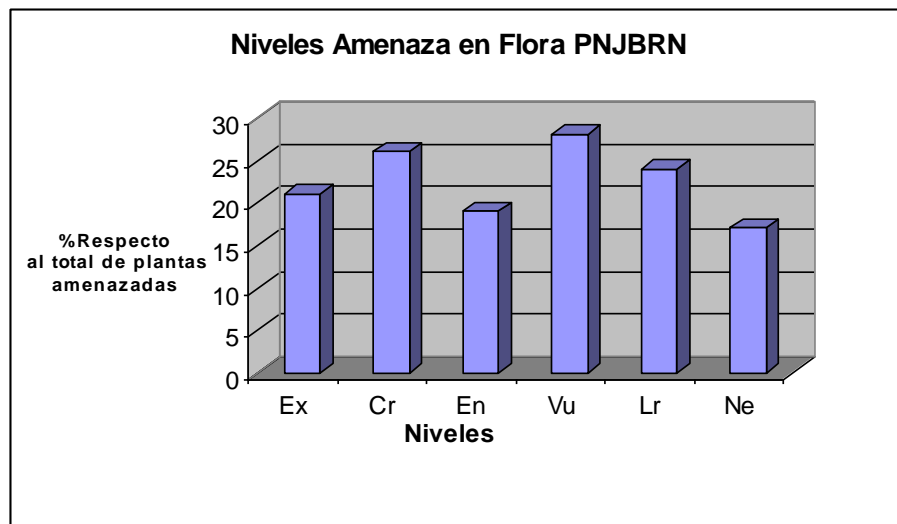
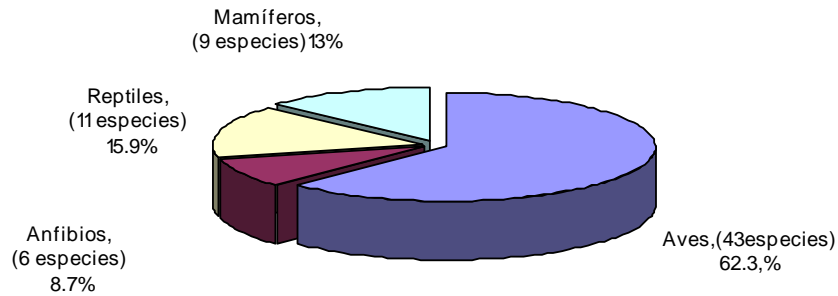
Especies de Fauna del PNJDCR ;R



Ex: Extinta Cr: Crítica En: En Peligro Vu: Vulnerable Lr: Menor Riesgo Ne: No estudiada

Figura No. 48. Especies de fauna y niveles de amenazas PNJDCR

Especies de Fauna del PNJBPR



Ex: Extinta **Cr:** Crítica **En:** En Peligro **Vu:** Vulnerable **Lr:** Menor Riesgo **Ne:** No estudiada

Figura No. 49. Especies de fauna y niveles de amenazas

ANEXOS

Anexo 1. Unidades Taxómicas

ANEXOS 2. Fotografías.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
Antecedentes	2
II. METODOLOGIA.....	3
Hidrometeorología.....	3
Precipitación.....	3
Evapotranspiración potencial	3
Balance hídrico general	4
Análisis cartográfico de riesgo a torrentes.	4
Geología y Geomorfología.....	6
Metodología aplicada para el levantamiento Suelos	6
Fase preliminar	6
Fase de Gabinete	7
Fase de reconocimiento de campo.....	7
Mapeo sistemático- metodología.....	8
Cobertura y uso de la tierra	8
Erosión y remoción en masas.....	9
Degradación Específica.....	10
III. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION.....	13
HIDROMETEOROLOGIA	13
Climatología	14
Precipitación.....	15
Evapotranspiración potencial	17
Balance hídrico general	17
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	22
DEMANDA DE AGUA.....	36
Usos de agua generales.....	36
Demandas de agua para riego.....	36
Alternativas de requerimientos de agua en los sectores del proyecto	39
SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA ALTA	41
Situación de los cauces principales	41
Densidad de valle	42
Zonas de vidas	42
Geología	43
Geomorfología.....	45
DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.....	63
Unidades Cartográficas.....	63
Descripción de las Unidades de Manejo.....	71
Manejo de los Suelos por Sectores de Trabajo.....	78
ANÁLISIS DEL USO DE LA TIERRA PARA EL PERÍODO 1984 - 2003.....	83

EROSIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA DEL EMBALSE DE SABANA YEGUA (*) .84

AREAS PROTEGIDAS	129
Parque nacional José del Carmen Ramírez.....	129
Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (VALLE NUEVO).....	135
Reserva Forestal Arroyo Cano	139
Reserva Forestal Villarpando	139
Reserva Forestal Guanito.....	141
Áreas impactadas y fuente de amenazas.....	142

ANEXOS..... 146

Anexo 1. Unidades Taxómicas.....	147
ANEXOS 2. Mapas.	148