

V. LÍNEA BASE AMBIENTAL

AMBIENTE GEOFÍSICO

1. Caracterización geológica.

1.1. Formaciones Geológicas

1.1.1. Formaciones regionales del curso medio y superior del río Juan Díaz.

El área que corresponde al curso medio y superior del río Juan Díaz, de la zona oriental de la Provincia de Panamá, están formadas por rocas sedimentarias y tobas del Eoceno y Oligoceno de la Formación Bohío. En la parte correspondiente al área del Proyecto, se localizan basaltos vidriosos del Plioceno-Pleistoceno del Cuaternario inferior y medio respectivamente.

La formación más antigua del área se ubica en el Cretácico, de la Formación Mamóní, cuya litología es: tobas, lavas, basaltos y andesitas y rocas de composición ácida donde sobresalen las cuarzdioritas, las granodioritas y dioritas. También se han localizado subintrusivos donde aparecen las andesitas, dioritas, gabros y ultrabásicos. Todas estas rocas son parte de un ambiente marino y continental, levantadas a su posición actual. Un arco de islas se desarrolla durante el Cretácico Superior, que dio origen a las rocas intrusivas de la Formación Colón. El levantamiento del arco de islas (Cretácico Superior-Paleoceno) dio como resultado una topografía acentuada e inclinada que causó una erosión activa.

1.1.2. Formaciones Locales.

La actividad volcánica que corresponde al área del río Juan Díaz (sector del curso medio superior) parece terminar en el Cretácico Superior. En el Eoceno-Oligoceno dominan los sedimentos en la parte Pacífica. Posiblemente ocurrió un cambio de dirección de placas tectónicas de América del Sur en el Paleoceno Inferior, originando una fractura que dividió a Panamá Este y Panamá Oeste. En esta época, en la parte Este se quedaron los sedimentos gruesos con intercalaciones de tobas Eocénicas-Oligocénicas.

El tipo de material de la zona de proyecto, según el grupo y período se presenta en la matriz siguiente:

CORRELACIÓN GEOLÓGICA				
PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO EN MAPA ESCALA 1:250.000
Cuaternario reciente	Aguadulce	Las Lajas	Aluviones, sedimentos consolidados, areniscas tobas y manglares, lutitas. Depósitos tipo delta	QR-Ala
Terciario Oligoceno	Panamá	Pmá facie volcánica Formación Obispo	Andesita, aglomerado toba de grano fino. Conglomerado por corriente	TO-PA
Terciario Eoceno	-	Gatuncillo	Esquistos arcillosos Lutita, arenisca de cuarzo, caliza algacea y foraminíferos	TE-G
Secundario	Colón	Mamóní	Cuarzdiorita, granodiorita, diorita sienita	K-Coma

1.2. Tectónica.

El área está sometida o supeditada a cinco grandes tectolíneas, que rigen toda el área desde el mar Caribe hasta la costa Pacífico y que son las siguientes¹

- Falla de Río Chagres (la más beligerante)
- Falla de la Serranía de Majé
- Falla Chararé
- Falla Río Culebra
- Falla Bonete

La Falla del Río Chagres con dirección NE-SW rige o domina el resto de las fracturas (2) que afloran en el área del Proyecto². En el sitio se observan un bloque levantado (pequeña colina) y a su lado un bloque hundido, lo cual indica un pequeño “horst” o pilar tectónico en un sitio donde existen numerosas fracturas. En la parte SE del área se observa una falla regional con dirección NW-SE. Esta falla atraviesa el Lago Alahuela y formaciones sedimentarias del Terciario Oligoceno y del Mioceno, acercándose por otra parte a la Falla Río Chagres en su parte Norte.

Es importante señalar en el área por donde corre el drenaje del Juan Díaz, que casi un 50% es una falla con dirección NW-SE donde afloran rocas volcánicas, entre ellas tobas y andesitas. Por otra parte y en su gran mayoría, se destaca un relieve colinar constituido por arcillas y conglomerados fluviales, que están dispersos casi a lo largo del drenaje, algunos cubiertos por sedimentos de terrazas.

La tectónica del área tiene una configuración violenta. Algunas terrazas como las ubicadas al Este de la finca se encuentran inclinadas con dirección al drenaje. Es posible que dicha parte haya sido resentida por los movimientos de tipo vertical, unos hacia la parte baja del drenaje, otros hacia la parte alta. El panorama de la tectónica en el área se hace muy particular, ya que éste recibe influencia de las fallas o fracturas activas del Norte, en especial de la Falla de Chagres.

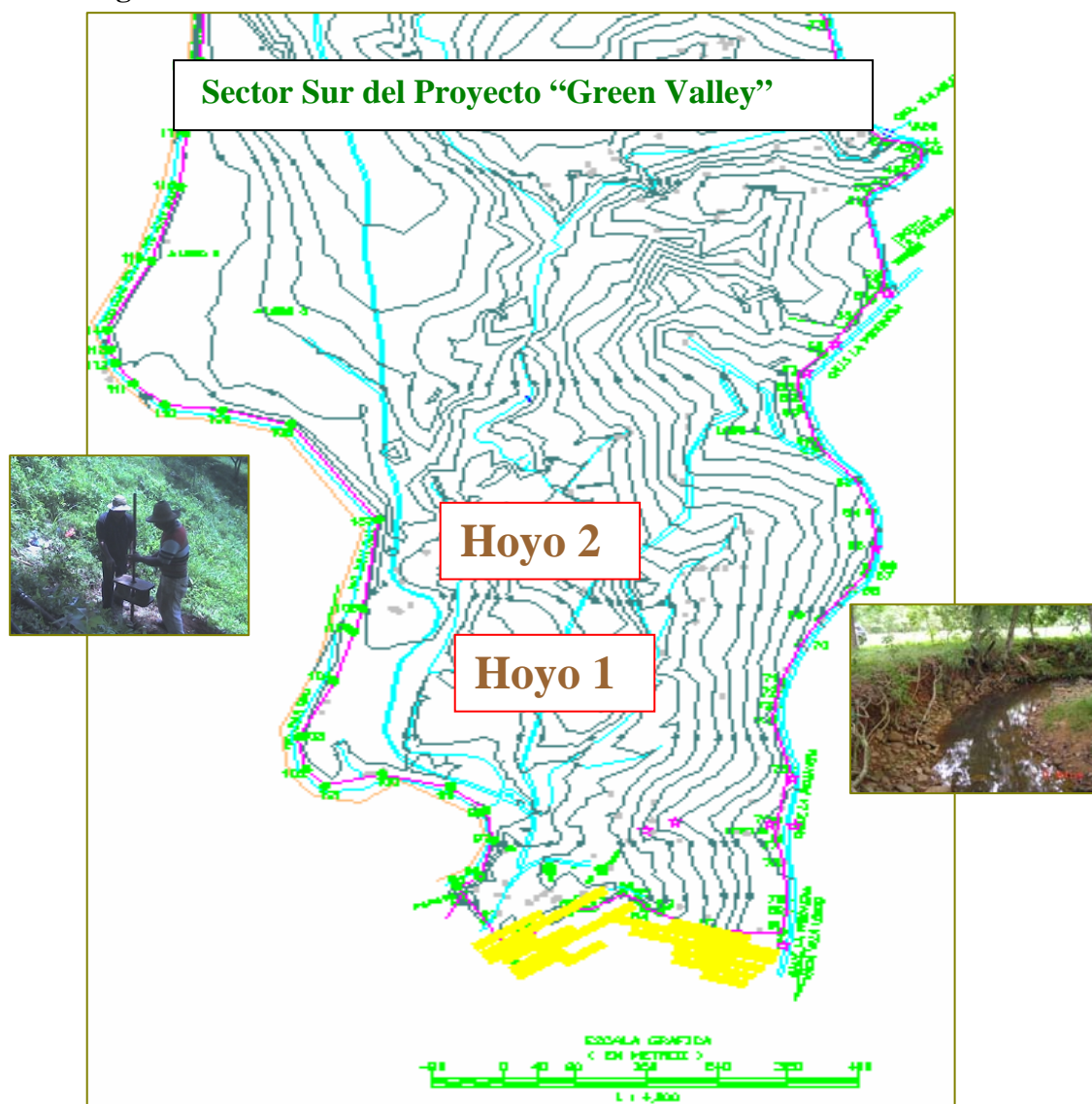
1.3. Caracterización geotécnica.

En el área de mayor densidad de construcción y de los lagos propuestos, se realizaron pruebas en tres sitios para determinar el perfil estratigráfico y propiedades físicas del suelo. Se hicieron sondeos manuales (Figura 5), en los cuales se aplicaron pruebas de penetración estándar. En los dos primeros hoyos se tomaron muestras representativas de la estratigrafía del suelo y se llevaron al laboratorio para ser analizadas. En el tercer hoyo (ubicado a una distancia vertical de 5 m y horizontal 10 m del segundo hoyo), solamente se identificó la estratigrafía del suelo. Las pruebas se realizaron de acuerdo a los estándares y normas de la *American Society for Testing Materials* (ASTM).

¹ Lilquist R. y otros. Proyecto Inventario Minero. Panamá 1990

² Stewart R. y otros. Mapa Geológico The Canal Zone (Leyenda) Panamá 1956

Figura N° 5

**Sondeo 1.**

Se identificó una capa vegetal de unos 0,10 m seguida de un estrato de 1,40 m de limo arcilloso color café rojizo de consistencia medianamente firme y con una capacidad de soporte admisible de $4\,200\text{ kg/m}^2$ y un contenido de humedad de 35,1 %. El segundo estrato de 0,50 m es un limo toscoso color café grisáceo de consistencia dura. La capacidad de soporte es de $37\,200\text{ kg/m}^2$ y presenta un contenido de humedad de 14,2 %. Los límites líquido y plástico son 36,3 y 16,6 respectivamente. De acuerdo al *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos*, el material extraído se identifica como **CL** (arcilla de baja plasticidad).

Sondeo 2.

El primer estrato es una capa vegetal de unos 0,10 m, seguida de un estrato de 2,65 m de limo arcilloso color café rojizo de consistencia medianamente firme y con una capacidad promedio de soporte admisible de $4\,750\text{ kg/m}^2$ y un contenido de humedad de 34,5 %. El tercer estrato de

3,70 m (hasta una profundidad de 6,45 m), es un limo granular color café claro de consistencia firme. La capacidad promedio de soporte es de 15 150 kg/m² y presenta un contenido de humedad de 25,6 %. Los límites líquido y plástico son 35 y 17,4 respectivamente. De acuerdo al *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos*, el material extraído se identifica como **SC** (arena arcillosa).

Sondeo 3.

El primer estrato es una capa vegetal de unos 0,10 m seguida de un estrato de 2,90 m de limo arcilloso color café rojizo de consistencia medianamente firme y con una capacidad promedio de soporte admisible de 4 750 kg/m² y un contenido de humedad de 34,3 %. La perforación se hizo hasta una profundidad de 3,00 m. Porque el segundo estrato tiene prácticamente las mismas características que el segundo estrato del hoyo 2, no se realizó el análisis granulométrico.

2. Geomorfología.

El drenaje del curso medio superior del río Juan Díaz, casi en su totalidad ha acarreado materiales rocosos heterogéneos, la mayor parte rodados de roca ácida y básica (intrusivos de cuarzodiorita, granodiorita, dioritas, andesitas y basaltos), todas ellas procedentes de las partes altas donde aflora el cretácico ácido y volcánico.

Por otra parte, se destacan las acumulaciones de piedemonte, sobre todo las de característica morfoclimáticas que son en su mayor parte deposiciones que derivan de cambios climáticos que ha experimentado el país. Éstos ocupan una extensión de relativa consideración y corresponden a planos suavemente inclinados del tipo explanado o “glacis” que truncan las secuencias sedimentarias, como son las terrazas aluviales. Algunas quebradas han sido desviadas debido a los depósitos de sedimentos de algunas colinas residuales (quebradas Malagueto y Cacao).

El tipo de terrazas que se observa en el área son bastante irregulares. Algunas tienen un fondo rocoso de antiguos rodados, del mismo drenaje “franco arenoso”. Las terrazas se observan más que todo en la margen derecha del drenaje principal, pues en la margen izquierda se observa un corte de fractura o falla a lo largo del drenaje.

La parte superior del área por donde pasa el camino vehicular y peatonal, está formado por un relieve o modelado de colina suave, que corresponde a sedimentos arcillosos arrastrados por las corrientes superficiales. La disimetría morfológica del área que tiende a inclinarse hacia abajo, es a consecuencia del modelado monoclinal fallado, buzando hacia el Sur. Todo el terreno está compuesto por arcillas lateríticas y éstas envuelven a los rodados fluviales formando pequeños “pudingue”³ de lodos de la misma arcilla. En la base de los drenajes se observan rocas aflorantes de antiguos basaltos alterados en tobas.

En la parte final de este tramo del río Juan Díaz, el drenaje corre sobre antiguas terrazas donde algunas viviendas, incluyendo la vía asphaltada, están afectando la nivelación natural del paisaje fluvial, lo que podría en un futuro cercano crear problemas de inundación o desbordamiento del drenaje.

³ Tricart. J. L'Épiderme de la Terre. Edit. S. E. D.E.S. Strasbourg, France 1973.

En el área se destacan dos unidades geomorfológicas, identificadas fundamentalmente por las acumulaciones hidrovolcánicas y por las acumulaciones morfoclimáticas:

Las acumulaciones hidrovolcánicas son depósitos generados por emisiones volcánicas de tipo explosivo (muy característico de las emisiones volcánicas circumpacífica). El fenómeno de fondo es que las cenizas volcánicas productos de esas explosiones fueron removidas por las aguas superficiales y distribuidas en abanico, al pie de las laderas del relieve circundante.

Las acumulaciones morfoclimáticas, por su lado, son derivadas de los cambios climáticos que ha sufrido el territorio. Productos de estas acumulaciones son los "glacis" ya mencionados, que interrumpen las secuencias sedimentarias de terrazas aluviales, depósitos de lavas torrenciales y del relieve volcánico preexistente.

3. Caracterización de suelos

3.1. Descripción del uso del suelo

El sitio del proyecto se encuentra abierto e intervenido por actividades humanas desde hace varias décadas, siendo su cobertura arbórea rala, predominando en el paisaje rastrojos y matorrales como resultado típico del conflicto de la modalidad de uso agrícola-ganadera sobre suelos sin aptitud o capacidad agrológica para estas intensidades de uso. En efecto, el prontuario del predio comprende el uso ganadero extensivo y la siembra y aprovechamiento de árboles de rápido crecimiento para usos diversos. Se observan en el área del proyecto remanentes boscosos producto de la sucesión secundaria; y se destacan dos quebradas, la Malagueto y El Cacao que confluyen al río Juan Díaz y que junto a los bosquetes han de ser integradas para generar un espacio de interacción hombre-naturaleza, afirmando las características ecológicas del proyecto.

En general el proyecto es un intento por conservar y salvaguardar de la extendida destrucción de la creciente ciudad (denominado en arquitectura, fenómeno de “marabunta urbana”), los valores naturales del área y ponerlos en valor.

3.2. Capacidad de uso y aptitud

De acuerdo con al Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitana del Pacífico y el Atlántico (MIVI 1997), dentro de la Cuenca del Río Juan Díaz se exhiben cinco (5) tipos de suelos. A continuación los tipos de suelos:

TIPOS DE SUELOS CUENCA DEL RÍO JUAN DÍAZ	
SUELOS DE MARISMA,	Ubicados a lo largo de las costas, en las zonas más planas y menos elevación; textura variable; pendiente plana; su principal limitación son las inundaciones; drenaje muy pobre; y su fertilidad moderada. Se encuentran en los manglares de Juan Díaz hasta Pacora (toda la zona baja de la cuenca del río Pacora).
SUELOS ALUVIALES RECIENTES,	Se hallan en zonas contiguas a los suelos de marisma o asociados con las llanuras de inundación de los ríos, en áreas de baja elevación y de relieve plano a inclinado.; textura franco arcillosa; su principal limitación es la inundación; drenaje variable y fertilidad Moderada a alta.
SUELOS ROJOS DE LLANURA,	Textura arcillosa; pendiente plana a ondulada; su principal limitación es la erosión; drenaje pobre a bueno; fertilidad baja.

SUELOS ROJOS DE MONTAÑAS	Asociados a mayores elevaciones y a una topografía más escarpada variados en la mayoría de sus características. Poseen textura esquelética arcillosa; pendiente escarpada; con limitaciones de erosión; drenaje bueno a excelente y fertilidad baja a moderada.
SUELOS DE MATERIALES IMPERMEABLES	Son el resultado del proceso de urbanización, el cual ha respetado las limitaciones impuestas por las características del relieve, más que el tipo de suelo propiamente dicho. El proceso de desarrollo se ha circunscrito a las zonas de relieve que van plano a moderado (hasta 15% de pendiente) con excepciones en algunos sectores de San Miguelito y Las Cumbres que sobrepasan pendientes mayores del 25%. Estos suelos están ubicados dentro de los corregimientos del Juan Díaz, Mateo Iturralde, José D. Espinar y Belisario Porras.

El área del proyecto comprende *suelos rojos de montaña asociados a elevaciones*, con sectores de inclinación acentuada, suelos color rojo y de textura arcillosa, los cuales clasifican en las categorías VI y VII del Sistema de Clasificación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

Clase VI. Los suelos de Clase VI, no son arables y presentan severas limitaciones para el uso agrícola y pecuario. Pueden ser aptos para pastos, y en especial para bosques y tierras de reservas. Presentan baja fertilidad natural generalmente. La aplicación de prácticas de conservación debe orientarse a plantaciones y obras de conservación. Pueden encontrarse en la zona baja de las cuencas hidrográficas.

Clase VII. Los suelos Clase VII, no son arables, y presentan muy severas limitaciones para su uso. En general tienen aptitud para pastos, bosques de protección y tierras de reserva. Cubren casi toda la parte alta de la cuenca. Su relieve, es frecuentemente socavado en los sectores de mayor pendiente.

3.3. Estudio In Situ de Suelos.

- **Muestreo del Suelo.** Se practicó el muestreo del suelo aplicando el método de unidades de pendiente del predio, tomando muestras en los sectores planos, moderados e inclinados.

Muestra 1. Prácticamente en la parte más alta del globo de terreno, con pequeñas planicies y montañas; Coordenadas UTM 669689E y 1008591N; altura aproximada 252 msnm; Características de la muestra:

Uso de la superficie: Transición entre área de rastrojo y antiguos sembradíos de Teca;	Informe de laboratorio, textura: arena 50%, limo 18%, arcilla 32%. FARA;
Pendiente moderada;	pH 4,9;
Pardo amarillo;	Pocas piedras sobre superficie.



Muestra 2. La muestra fue tomada sobre un área de rastrojo. Coordenadas UTM 669292 E y 1007713 N. Altura aprox. 157msnm. Características de la muestra:

Amarillo rojizo; Color rojo	pH 5,0
Poco pegajoso al tacto	Baja pedregocidad sobre y dentro del suelo
Informe de laboratorio, textura: arena 54%, limo 12%, arcilla 34%. FARA;	Poca pendiente.



Muestra 3. La muestra fue tomada en un área de rastrojo. Coordenadas UTM 669249E y 1006744 N. Altura aprox. 69 m (Parte mas baja, a 200 m del río Juan Díaz y a 200 m aprox. de Qda. Mangute). Características de la muestra:

Pardo amarillo;	pH 4.0;
Baja pedregosidad superficial e interna;	Poca pendiente
Informe de laboratorio, textura: arena 64%, limo 20%, arcilla 16%. FA;	

✦ **Observaciones generales del sitio.** En el sitio del proyecto se observan procesos erosivos del tipo laminar y en surcos con la presencia de socavamientos en zanjas. Las vías de penetración se encuentran fuertemente socavadas por el efecto erosivo de las lluvias.

Cuadro N° 6

ESTADO DEL SUELO EN LA ZONA DE PROYECTO													
N° MUESTRA	COLOR DEL SUELO	pH	P fósforo	K potasio	Ca Calcio	Mg Magnesio	Al Aluminio	M.O. Materia Orgánica	Mn manganeso	Fe Hierro	Zn zinc	Cu cobre	TEXTURA
			mg/L			Cmol/kg		%			mg/L		
1	Pardo-amarillo	4,9	Tr	55	2,4	0,5	0,9	3,96	14	47	1	4	FARA
2	Amarillo-rojizo	5,0	tr	28	3,2	0,9	0,7	2,76	9	17	2	4	FARA
3	Pardo-amarillo	4,0	Tr	24	4,1	0,8	0,2	2,64	23	29	1	5	FA ⁴

Cuadro N° 7

ESTADO DEL SUELO EN LA ZONA DE PROYECTO											
Nº MUESTRA	pH	P fósforo	K potasio	Ca Calcio	Mg Magnesio	Al Aluminio	M.O. Materia Orgánica	Mn manganeso	Fe Hierro	Zn zinc	Cu cobre
1	Poco ácido	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
2	Poco ácido	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
3	Poco ácido	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio

⁴ textura *Franca*. Es aquella en la que existe un equilibrio entre los tres componentes granulométricos: arena, limo y arcilla. Este equilibrio no es sinónimo de igualdad, ya que un suelo con un 33% de arena, limo y arcilla puede considerarse arcilloso (la arcilla contribuye más que cualquier otra fracción a las propiedades físicas y químicas de un suelo). Más bien, el equilibrio significa que la muestra no tiene características dominantes de suelo arenoso, ni limoso, ni arcilloso.

4. Clima

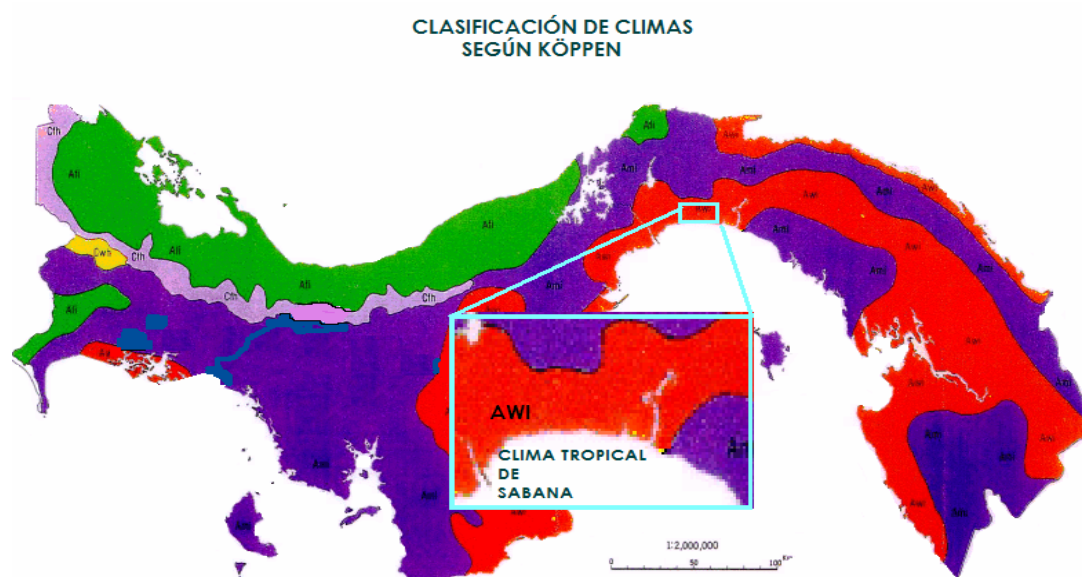
4.1. Generalidades.

En el área en estudio se encuentra la estación meteorológica Las Cumbres, con información de lluvia máxima en forma de curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia.

La precipitación media anual en esta área está en el orden de 3000 mm. Los meses de mayor precipitación son octubre, noviembre y diciembre y los de menor precipitación, marzo y abril. La escorrentía media anual en el área es del orden de 2000 mm.

La zona tiene un clima tropical húmedo; es pues una región en la que llueve durante casi todo el año. Entre diciembre y marzo se registran escasas lluvias provocadas muchas de ellas por las incursiones de los sistemas frontales del hemisferio Norte hacia las latitudes tropicales; en el resto del año las lluvias son abundantes e intensas y están asociadas a los sistemas atmosféricos tropicales que se desplazan sobre la Cuenca del Pacífico, a la brisa marina y al calentamiento diurno de la superficie terrestre.

De acuerdo con la clasificación del clima de Köppen, la zona de proyecto es del tipo Tropical de Sabana (Aw), la cual presenta una precipitación anual de más o menos 2500 mm, con una estación seca prolongada (precipitación menor de 60 mm) en el invierno del hemisferio norte. La precipitación atmosférica es el resultado final del movimiento ascendente del aire húmedo, el cual es enfriado por expansión más allá del nivel de condensación del vapor de agua. En latitudes tropicales, generalmente la actividad convectiva es la causa principal del ascenso del aire, por lo que se le considera, sola o en combinación con otros factores, responsable por la ocurrencia de gran parte de las lluvias tropicales. Otros factores importantes en la producción de cantidades grandes de lluvia en los trópicos son: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y el relieve con elevaciones montañosas.



La migración estacional de las masas de aire tropical del Pacífico y sub-tropical del Atlántico que acompañan al sol en su curso anual constituye el control dominante sobre los patrones de precipitación en Panamá. Estas migraciones en combinación con la orografía local, establecen regímenes de precipitación bien definidos. En la vertiente del Pacífico hay una estación lluviosa extendida y única que empieza a fines de abril o principios de mayo y persiste hasta mediados o fines de noviembre; en algunas áreas de la cordillera la estación tiene una duración mayor. Este periodo se caracteriza por los máximos de precipitación coincidentes con el paso de la ZCIT sobre Panamá en dirección al norte (junio) y en dirección al sur (octubre) en su desplazamiento siguiendo al sol en su curso anual.

4.2. Precipitación, humedad, temperaturas y viento

El clima del área en estudio está influido por la migración anual de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), la cual divide los vientos alisios del noroeste y sureste de los hemisferios sur y norte, respectivamente. Vale recordar que la Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias; y durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente Pacífica y ligera en la Atlántica.

De acuerdo a estudios realizados por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), otra de las causas de las lluvias en Panamá la constituyen las tormentas que se forman en las costas pacíficas de Colombia, donde las masas de aire caliente que ascienden por la costa pacífica desde Colombia hacia Panamá concentran una gran cantidad de humedad sobre la cordillera. Esta concentración de humedad produce las tormentas que ocurren en la Vertiente del Pacífico panameño, las cuales se extienden hasta el área objeto de este estudio.

➤ Precipitación

Las precipitaciones en el área de estudio son generalmente convectivas y orográficas. Las corrientes marinas con altas temperaturas favorecen el calentamiento y la evaporación. A medida que el aire cargado de humedad se desplaza hacia la tierra, las masas de aire tropiezan con las barreras montañosas dando origen a precipitaciones con valores de hasta 3200 mm/año en el distrito capitalino. El anticiclón semi-permanente del Atlántico Norte afecta sensiblemente las condiciones climáticas de Panamá, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios del Noreste, que en las capas bajas de la atmósfera llegan al país, determinado sensiblemente el clima de la república.

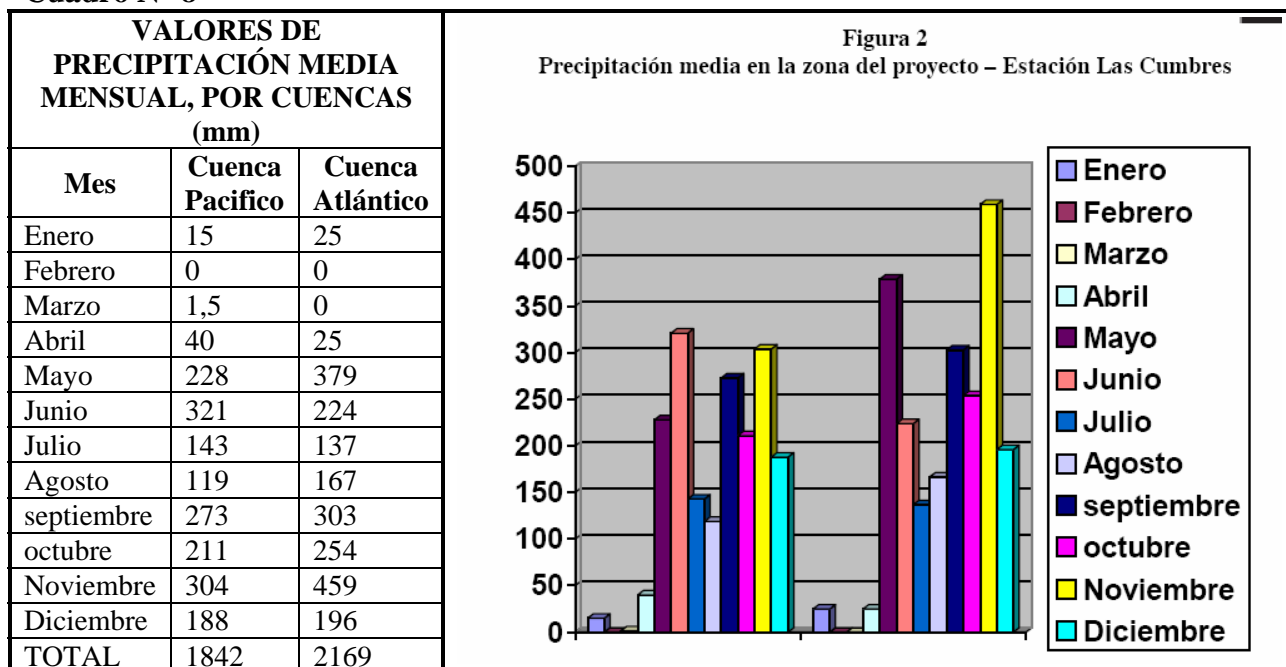
Por regiones, se puede decir que la zona comprendida entre las isoyetas de 1500 mm a 2000 mm anuales, corresponde a la zona costera de la bahía de Panamá. En la zona lacustre se presentan precipitaciones del orden de 2000 mm anuales en promedio y las zonas altas (Norte y Sur) entre los 3000 mm y 3500 mm. La cuenca del río Juan Díaz, en el área del proyecto se caracteriza por precipitaciones anuales promedio de 2500 mm.

Sobre las laderas y planicies costeras de la vertiente del Caribe prevalece una variación distinta del patrón estacional en la distribución de las lluvias. Se destaca la gran uniformidad de las

precipitaciones a lo largo del año, presentado máximos y mínimos relativos en la lluvia mensual pero con suficiente humedad durante todo el periodo.

El cuadro indica los valores medios mensuales de precipitación comparativos para las cuencas del Atlántico y del Pacífico y la precipitación media en Las Cumbres.

Cuadro N° 8



➤ **Humedad relativa del aire.** La Humedad relativa Anual está entre el 80 – 84,9 %, con una oscilación estacional que va desde 65,0 – 69,9% en el mes de febrero, a 85,0 – 89,9% en el mes más lluvioso, Octubre. La humedad relativa es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma, es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento.

➤ **Temperatura.**

La temperatura medida del mes más fresco es siempre mayor de 18 °C, pero con una diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el más fresco menor de 5 °C. La temperatura media promedio varía de 25 °C a 27 °C, con oscilaciones durante el día de hasta 7 °C.

Las temperaturas máximas históricas han alcanzado el umbral de 35 °C y es frecuente que se supere el valor puntual de 30 °C.

Cuadro N° 9

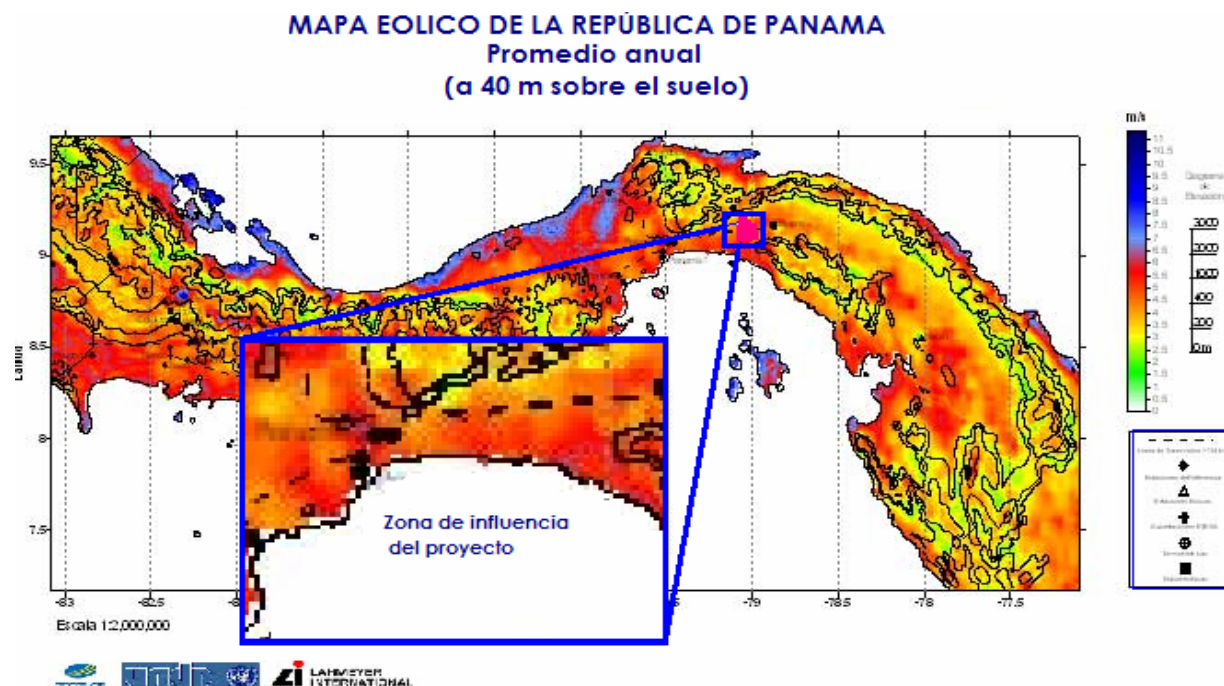
PROMEDIO DE TEMPERATURA ANUAL					
Numero	Nombre	Cuenca	Temperatura Anual (° C)		
			Máxima	Media	Mínima
142-002	Albrook 1	142	31.4	26.8	22.1
144-002	Tocumen	144	32.2	27.3	22.4
	Chilibre	148	31.9	27.5	23.1

✦ Vientos y potencial eólico.

La atmósfera sobre América Central sufre varios cambios importantes durante todo el año. Por estar dentro de la franja de los Alisios, el viento predominante sobre la región es del Noreste y del Este y a través del año este flujo sufre cambios de velocidad.

Dentro del área en estudio, sólo la estación Tocumen cuenta con información de viento en superficie presentando mayores velocidades de los vientos en época seca (flujo predominante de vientos alisios) mientras en los meses lluviosos el viento es menos intenso y muy variable en su dirección.

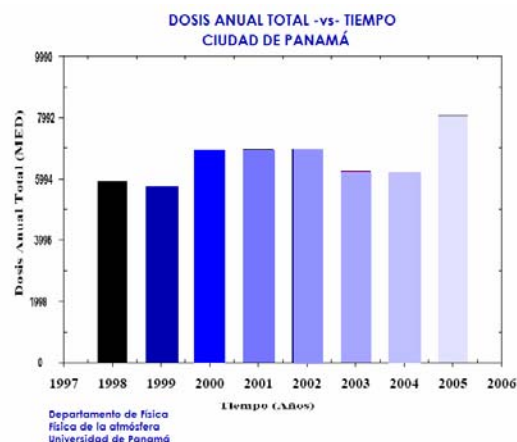
Según el mapa eólico, los vientos en la región están entre los 4 – 6 m/s



4.3. Índice ultravioleta⁵

La dosis ultravioleta (UVB) en Panamá –y lo hacemos extensible para la zona de estudio–, se encuentra entre los 5900 y los 7900 MED durante los últimos ocho años.

Los rayos ultravioletas inciden de manera negativa a nivel celular, alterando el proceso normal de reproducción celular. Esta anomalía es precursora de los padecimientos de cánceres de la piel.



5. Hidrología.

5.1. Hidrografía

La hidrografía de la región pertenece al litoral del Pacífico, en la zona más angosta del istmo y colindante con la Cuenca del Chagres. Los ríos más importantes de este territorio son el Juan Díaz, el Pacora, el Tocumen y el Tapia, todos ellos relativamente cortos, que discurren hacia el mar con dirección predominantemente Sur. El río Juan Díaz, anteriormente llamado río Villalobos, pertenece a la Cuenca 144, una cuenca tipo *exorréica* con un área total de 322 km² y una longitud de drenaje de 22,5 km⁶. Este drenaje se le conoce como drenaje “Hidroreferencial”, ya que aparece en el área como un drenaje solitario de una sola cuenca, al que en el transcurso del trayecto otros drenajes pequeños y nuevos subsidiarios aportan corrientes nacientes de múltiples “ojos de agua” y sedimentos. El patrón fluvial es *subdendrítico*.

El único drenaje secundario de importancia es el río María Prieta, que se ubica en la margen derecha del río. Las quebradas Malagueto y Cacao son dos nuevos pequeños drenajes adventicios que aparecen en el curso medio del río, trastocando algunas terrazas. Estas dos quebradas aportan al lecho principal sedimentos y rodados que pertenecen al antiguo abanico aluvional del río Juan Díaz. El drenaje del río no tiene en su recorrido de estudio huellas recientes de grandes crecidas, a pesar de su amplia cuenca, sin embargo se observan rastros de éstas de cinco años atrás y más. La vaguada o talweg, que reúne las aguas pluviales aledañas al drenaje principal, forma torrentes pequeños o grandes que aportan sedimentos y pequeños guijarros al centro del río. La erosión vertical que se ha observado, aparece en el área sobre el fondo y sobre la ribera del drenaje. Éste río tiende a excavar verticalmente (erosión lineal), a la vez que talla una de las riberas (erosión lateral), por lo que se observa que el fondo del cauce es asimétrico, presentando una ribera alta y otra baja.

5.2. Cálculos hidrológicos⁷

⁵ Laboratorio de física de la atmósfera, Universidad de Panamá, 2006

⁶ Hidrometeorología de ETESA. Pág WEB www.hidromet.com.pa

⁷ Estos cálculos fueron realizados por el Ing. Luis E. Licon a solicitud de los promotores MdM, responsables de los datos, y fueron entregados por éstos a Planeta Panamá Consultores S.A. para su incorporación en el presente estudio.

La hidrología está destinada fundamentalmente a establecer las conductas de caudales del río Juan Díaz sobre el área del proyecto y las condiciones hidráulicas para el diseño de un puente sobre el río y dos presas para la creación de dos pequeños lagos artificiales, con las aguas de las quebradas Cacao y Malagueto.

5.2.1. Análisis de la información recopilada

Para la identificación de las características de la cuenca de la zona se efectuó una recopilación de mosaicos del Instituto Geográfico “Tomy” Guardia sobre las que se delimitaron las cuencas afluentes, a cada uno de los cauces referentes al punto en estudio.

Sobre la información climatológica, se consultó la de precipitación y temperatura de la estación Las Cumbres, con Latitud 9° 05'N y Longitud 79° 32'W, localizada en la zona próxima al proyecto, que se considera representativa para los fines de estimar la escurrimiento para las cuencas de la zona del proyecto. La temperatura de las estaciones Albrook y Chilibre también fue usada para efectos comparativos. La información de viento se obtuvo de la estación Tocumen.

En cuanto a hidrología se obtuvo el registro histórico de caudales de la Estación Juan Díaz, con coordenadas Latitud 9° 03'N y Longitud 79° 26'W. Se cuentan con datos de caudales máximos instantáneos y promedios mensuales.

Como parte de la información obtenida se tuvo a mano un plano de levantamiento planimétrico y topografía a escala 1:4000, mediante el cual se verificaron pendientes, niveles y las áreas de interés dentro del proyecto.

Durante la parte inicial de la investigación se efectuaron varias visitas a la zona del proyecto con el objeto de inspeccionar directamente la situación del sitio, especialmente el río Juan Díaz y la quebrada Malagueto, uno de sus tributarios dentro de la zona del proyecto. El ojo de agua donde nace la quebrada Cacao fue otro tributario visitado. Mediante estas visitas se complementó la información recopilada con el fin de verificar las características y tipo de drenaje existente, a fin de determinar dimensiones, pendientes y características hidráulicas a lo largo y ancho de las principales corrientes naturales.

5.2.2. Cálculo del Balance Hídrico del suelo

El balance hídrico se calculó de acuerdo con la metodología de Thornthwaite, en la que se considera la cantidad de agua que entra al ecosistema por medio de la precipitación, la que regresa a la atmósfera por la evapotranspiración y la que es almacenada en el suelo para ser usada por la vegetación, siendo los excesos correspondientes al agua los valores de la escurrimiento y percolación. Los resultados del balance hídrico permiten establecer el índice de humedad de una zona y caracterizarla climáticamente.

El cálculo de la evapotranspiración, cantidad de agua que cede el suelo debida a la evaporación y transpiración de la cobertura vegetal, se realizó por la fórmula de Thornthwaite, la cual se basa en la temperatura promedio del sitio de estudio. La computación básica de Thornthwaite es como sigue:

$$Etp = Etp_t * f \quad Etp_t = 1,6 (10 * t/L)^a$$

$$L = \sum_{I=1}^{I=12} I_j \quad \text{donde } I = (t/5)^{1,514}$$

$$a = 0.675 * 10^{-6} * L^3 - 0.771 * 10^{-4} * L^2 + 1.792 * 10^{-2} * L + 0.49$$

Donde :

Etp: Evapotranspiración potencial
Etp.t: Evapotranspiración potencial teórica
t: Temperatura media mensual
L: Índice térmico anual
f: Factor de corrección de Thornthwaite el cual es función de la latitud de la zona de estudio.
I: índice térmico mensual

Esta zona presenta una evapotranspiración baja, lo que hace que la mayor parte del año haya agua disponible para la vegetación y aunque el almacenamiento disminuye en los meses secos, no se presenta déficit en ninguna época.

En el balance se establece la circulación y flujos del agua, mediante la aplicación de formulas de la conservación de la masa. Su cálculo se lleva a cabo mediante la elaboración de un análisis comparativo entre la precipitación y la evapotranspiración, o la evaporación, conociéndose de antemano. Este diagrama permite establecer la cantidad en exceso o el déficit de agua disponible en el suelo durante los diferentes meses del año.

Se presentan excesos durante la mayor parte del año, durante el periodo de máximas precipitaciones o de estación lluviosa correspondiente a los meses de mayo a junio y de mediados de septiembre a diciembre. Esta agua es almacenada en el suelo y una vez se supera la capacidad de almacenamiento, parte de ella se presenta como escorrentía y surte los cuerpos de agua superficial. Los excesos son mayores que el déficit en el periodo de lluvias, cuando el suelo recupera su almacenamiento total hasta llegar a la saturación, ocasionando los excesos o la escorrentía superficial.

El cuadro N° 10 muestra el cálculo del Balance Hídrico de Suelo para la zona, con los datos de temperatura y precipitación de la Estación Las Cumbres.

Cuadro N° 10

CALCULO DEL BALANCE HÍDRICO SEGÚN THORNTHWAITE - CUENCA PACIFICO													
PARÁMETRO	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Temperatura (°C)	30.0	29.0	31.0	29.0	25.0	25.0	27.0	28.0	24.0	25.0	25.0	27.0	27.08
Precipitación (mm)	21.84	2.22	9.87	90.61	247.8	282.9	275.7	248.6	307.5	365.9	289.1	85.6	2227.64
Evapotranspiración potencial	209	184.5	244.46	192.9	109.3	110.3	148.1	169.5	90.7	103.7	101.8	136	-1800.8
Almacenamiento de agua útil	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	48.97	48.97
Exceso de agua	0	0	0	0	38.55	172.6	127.5	79.1	216.8	262.2	187.3	0	1084.1
Déficit de agua	187.2	182.3	234.5	102.3	0	0	0	0	0	0	0	0	706.21
Evapotranspiración real	-21.8	2.22	9.87	90.61	109.3	110.3	148.1	169.5	90.7	103.7	101.8	136.6	1094.54

CALCULO DEL BALANCE HÍDRICO SEGÚN THORNTHWAITE - CUENCA PACIFICO

PARAMETRO	TOTAL
Precipitación	2227.61
-agua útil	-48.97
Exceso de agua	-1084.1
Evapotranspiración real	1094.54

Continuación del cuadro anterior

5.2.3. Cálculos hidrológicos del río Juan Díaz➤ **Aplicación del análisis regional de la frecuencia de crecidas máximas.**

Para determinar las crecidas máximas que se pueden presentar en un sitio determinado, para distintos períodos de recurrencia, mediante este método, se procede de la siguiente manera (en este caso un periodo de recurrencia de 100 años):

- Se delimita y se mide el área de la cuenca hasta el sitio de interés en km^2 .
- Se determina a que zona pertenece.
- Se determina la ecuación y tabla de distribución que debe usarse.
- El caudal máximo instantáneo para distintos períodos de recurrencia se obtiene multiplicando el caudal medio máximo por los factores que dependen de T_r (período de retorno) y la zona (T cuadro 11).

Cuadro N° 11

ECUACIÓN DE CAUDAL Y TABLA, SEGÚN ZONA DE LA CUENCA COPIA DE MOSAICO 1:12,500 HOJA N° 11		
Zona	$Q_{\max} =$	Índice
1	$34 \times A^{0.58}$	1
2	$34 \times A^{0.58}$	3
3	$27 \times A^{0.58}$	1
4	$27 \times A^{0.58}$	4
5	$13 \times A^{0.58}$	2
6	$13 \times A^{0.58}$	1
7	$10 \times A^{0.58}$	3



➤ Cálculos

El río Juan Díaz está ubicado en la zona 3, con una cuenca de superficie (A) de 55,46 km². Según el cuadro N° 12 para el periodo de Tr = 1:100 años, del estudio desarrollado por la empresa Lavalin efectuado para el I.R.H.E.

Cuadro N° 12

RELACIÓN CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO / PROMEDIO DE CUADAL MÁXIMO PERÍODOS DE RECURRENCIA DE 2-10000 AÑOS				
Tr	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
2	0,92	0.93	0.95	0.93
5	1,38	1.35	1.32	1.20
10	1,68	1.62	1.57	1.45
20	2,00	1.90	1.80	1.65
25	2,10	2.00	1.90	1.75
50	2,40	2.25	2.15	1.95
100	2,75	2.55	2.40	2.10
1000	3,95	3.55	3.25	2.75
10000	5,30	4.60	4.10	3.40

$$Q'_{\text{(máximo promedio)}} = 27(A)^{0,58} = 27 \times (55,46)^{0,58} = 277,25 \text{ m}^3.$$

Si la relación entre el caudal máximo instantáneo anual (Q_{max}) y el promedio del caudal máximo (Q'_{max}) de todo el registro es igual a:

$$Q_{\text{max}} / Q'_{\text{max}} = 2,75$$

Siendo en nuestro caso el promedio del caudal máximo 277,25 m³/s, entonces:

$$Q_{\text{max}} = 2,75 \times Q'_{\text{max}} = 2,75 \times 277,25 = 624,94 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificando por caudal máximo instantáneo contra el caudal máximo instantáneo registrado en la Estación río Juan Díaz tenemos que para el río Juan Díaz $Q_{\text{(max instantáneo)}} = 928,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (septiembre) para un área de drenaje de 115 km².

Como en nuestro caso el área de estudio tiene una superficie de 55,46 km² se relaciona linealmente este caudal máximo instantáneo registrado así:

$$Q_{\text{(máximo Instantáneo verificado)}} = 928,0 \times (55,46 / 115) = 447,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como esta comparación resultó ser menor que el valor obtenido con los cálculos usaremos

$$Q_{\text{(máximo instantáneo)}} = 624.94 \text{ m}^3$$

Para el análisis de la “Y” crítica y la “Yn”, utilizaremos un valor de $n = 0,025$ y una base de canal de 20,00 m con taludes:

$$N1 = 1,5 \text{ y } N2 = 1, \text{ n} = 0,025.$$

Utilizamos la formula de energía mínima:

$$F(y) = Q^2 T / (g \times A^3)$$

la cual nos da $Yn = 4,11 \text{ m}$ y $Yc = 4,22 \text{ m}$, donde

$$Yn + Yc/2 = 4,11 + 4,22/2 = 4,16 \text{ m}$$

Utilizaremos “Y” crítica = 4,22 m en el punto de estudio.

5.2.4. Caudales de la quebrada Malagueto y Cacao en sitio de presa del Lago 1.

En el sitio de presa del Lago 1, ya unidas las aguas de las quebradas Malagueto y Cacao, los caudales calculados fueron:

$$Q_{\max} = 33,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\min} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos índices bien pueden advertir, que para que los lagos no pierdan su riqueza paisajista durante los periodos de estiaje, especialmente si éstos se alargan mucho pudiendo producirse una desecación importante por evapotranspiración, es necesario dar una gran sostenibilidad a las dos microcuencas.

5.3. Aguas subterráneas.

El análisis de la formación geológica deja establecido el carácter fisural de la base litológica del subsuelo lo que junto a los niveles de precipitación en las altas montañas permite prever la existencias de redes de acuíferos confinados que dejan sus aportes en las terrazas bajas sedimentarias. Esto se percibe en verano en la diversidad de “ojos de agua”. En cuanto a los niveles freáticos en verano suben en las terrazas cercanas a los ríos hasta 1,5 m de profundidad; sin embargo en las colinas, faltas de permeabilidad las aguas precipitadas fluyen en escorrentías superficiales manteniendo bajos los niveles hidrostáticos.

6. Calidad de aguas

6.1. Metodología de muestreo. El estudio de calidad de agua se circunscribió a las aguas superficiales de la qda. Malagueto y Cacao (M-1) y del río Juan Díaz (M-2). La Fecha de muestreo: 19 de mayo de 2007. La ubicación de las muestras se describe en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 13

DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO			
PUNTO	HORA Y FECHA	COORDENADAS	
M-1	8:59 p.m. (19-05-07)	0669229 E	1006515 N
M-2	9:12 p.m. (19-05-07)	0669331 E	1006332 N

Los resultados a continuación son productos de mediciones puntuales en el espacio y con poca cobertura en tiempo. La noche anterior había llovido, pero había un flujo de agua representativo de los promedios normales del mes. Todos los análisis fueron realizados en la Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Laboratorio de Sanitaria⁸.

6.2. Resultados. Seguidamente se presenta el cuadro con los resultados analíticos.

Cuadro N° 14

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS, Y BACTERIOLÓGICOS CALIDAD DE LAS AGUAS ⁹				
PARÁMETROS		M1	M2	VALORES DE REFERENCIA
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	(pH)	7,31	7,20	6,5 – 8,5
TURBIEDAD	(UNT _{formazín})	4,0	7,0	< 100,0
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	(mS/cm)	0,050	0,125	1000,0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	2,0	1,0	< 25
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	(mg/l)	71	92	< 500,0
SÓLIDOS TOTALES	(mg/l)	2,0	1,0	N/A
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO)	(DBO ₅ mg/l)	<1,0	<1,0	< 3
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO)	(DQO mg/l)	3	5	N/A
OXÍGENO DISUELTO	(O ₂ mg/l)	8,3	8,8	> 6
SULFATOS	(SO ₄ mg/l)	3,0	2,1	< 250,0
HIERRO	(Fe mg/l)	0,06	0,16	< 0,03
FÓSFORO TOTAL	(P _{total} mg/l)	0,5	0,51	< 1,0
NITRITOS	(NO ₂ mg/l)	0,029	0,013	< 1,0
FOSFATOS	(PO ₄ mg/l)	0,38	0,26	< 1,0
COBRE	(Cu mg/l)	0,1	0,19	< 0,01
NIQUEL	(Ni mg/l)	<0,05	<0,05	< 0,03
SULFURO	(S ⁻ mg/l)	<0,05	<0,05	< 0,002
NITRÓGENO AMONIAICAL	(N-NH ₃ mg/l)	<0,05	<0,05	< 1,0
SODIO	(Na mg/l)	<0,05	<0,05	< 50,0
CALCIO	(Ca mg/l)	4,1	4,3	< 100,0
ZINC	(Zn mg/l)	<0,05	<0,05	< 0,18
ALUMINIO	(Al mg/l)	<0,05	<0,05	< 0,1
PLOMO	(Pb mg/l)	<0,05	<0,05	< 0,005
SILICIO	(Si mg/l)	<0,05	<0,05	< 30,0
CLORURO	(Cl ⁻ mg/l)	31	28	< 250,0
NITRATOS	(NO ₃ ⁻ mg/l)	0,3	0,6	< 10,0
DUREZA TOTAL	(mg/L CaCO ₃)	46	36	< 200,0
ALCALINIDAD TOTAL	(mg/L CaCO ₃)	50	53	N/A
COLIFORMES TOTALES	(NMP/100ml)	3,0 x 10 ²	7,0 x 10³	< 3,0 x 10 ³
COLIFORMES FECALES	(NMP/100ml)	16	27	< 250,0

⁸ Lic. Cenobio E. Cárdenas, Laboratorio de Sanitaria, Director

⁹ Nota: Análisis realizados de acuerdo al “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, Última Edición.

6.3. Análisis de resultados

En general, la calidad del agua es buena para la conservación y protección de las comunidades acuáticas, recreación de bajo riesgo. Salvo el Sulfuro en los ramales estudiados M1 y M2, los Coliformes totales en el río Juan Díaz y algunos metales el resto de los indicadores presentan valores que garantizan la buena calidad.



El índice del Sulfuro es resultado seguro de la formación geológica volcánica y de las corrientes subterráneas que alimentan las quebradas tributarias, en donde se puede generar alguna descomposición anaerobia de materias orgánicas. En todo caso se deben tener en cuenta estos valores para la concentración de la masa líquida de los lagos artificiales que propone el proyecto.

En cuanto a los Coliformes Totales del río Juan Díaz, como drenaje principal, sus aguas son depositarias de las escorrentías de un medio de baja biodiversidad que ha tenido una fuerte actividad humana. Es interesante en este sentido comparar los indicadores de este parámetro, entre las quebradas Malagueto–Cacao y el río Juan Díaz, y relacionar los resultados con la protección boscosa de cada uno de estos drenajes. Sin lugar a dudas que el contexto boscoso, diverso, de galería, logra capturar con sus ciclos ecológicos gran parte del material bacteriano.

Por último los metales se explican por la formación del subsuelo de alto contenido en multimetales y el efectivo arrastre por las escorrentías de estas sustancias a las aguas de los ríos y quebradas.

7. Atmósfera

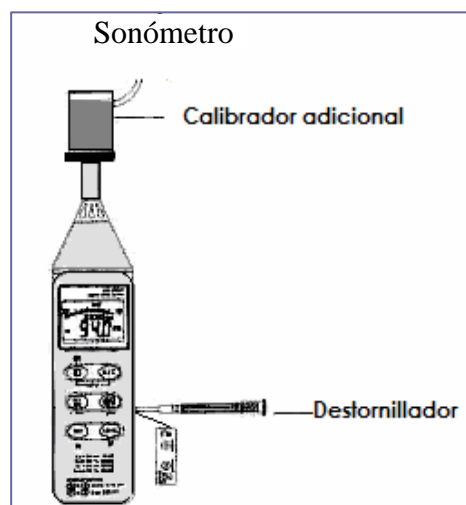
7.1. Calidad del aire

El proyecto pertenece a la cuenca del Juan Díaz, una región con industrias muy diversas como las metálicas y oleaginosas hacia su parte baja, pero en la que hacia sus partes media y alta aún persiste el patrón semi-rural. El proyecto se sitúa en un área donde las quemadas hogareñas existen en la estación seca, aunque no se advierte un marco contaminante de peso sobre la capacidad de carga atmosférica del lugar. En términos generales, es una zona suburbana en donde corren flujos horizontales y verticales de vientos sin obstáculos, por lo que las emisiones de contaminantes atmosféricos se dispersan con relativa rapidez. Sin embargo el tipo de suelos es propenso a la erosión eólica durante la estación seca del año, lo cual genera una masa de partículas suspendidas importante, sobre todo por efectos de los equipos rodantes, que deberá controlarse debidamente al

momento de la construcción del proyecto. A este fenómeno se irán a agregar las acciones de quemas, incrementando de forma efímera los contenidos de CO₂, CO y NO_x.

7.2. Ruido

7.2.1. Metodología



Para el estudio de ruido se utilizaron mediciones in situ y modelaciones matemáticas.

Instrumental. Se utilizó un sonómetro portátil digital PCE 322-A con Data Logger Sound Level con pantalla acústica contra viento, en diferentes puntos georeferenciados, para determinar el modelo de propagación.

La calibración se verificó a través de un calibrador acústico que emite una señal de referencia de 94,0 dB y a 1 000 Hz, justo antes y después del estudio en campo, resultando una diferencia menor de 0,3 dB.

Para georeferenciar los lugares en que se realizaron las mediciones se utilizó GPS Garmin, modelo Etrex. La calibración de este GPS fue verificado usando los puntos

geodésicos referenciados por triangulación, denominados Colina 1 y Colina 2, ubicados en la Universidad de Panamá.

Entorno de la medición: medio rural.

Fuentes de ruido: Las fuentes de ruido del área del proyecto son: sonidos naturales como aves, ríos, quebradas, etc.

Características del ruido: Continuo y variables.

Equipo de apoyo: Computadora portátil; Software para realizar las interpolaciones de los niveles sonoros; Software y equipo de grabación de las frecuencias sonoras.

Ubicación: El estudio se realizó en la cuenca alta del río Juan Díaz.

Fecha del estudio y estado del tiempo: Las mediciones fueron efectuadas el día sábado 12 de mayo de 2007; iniciando las mediciones a la 9:00 a.m. y finalizando a las 12:00 m. Estos lugares de medición se ilustran a Figura 2 y se puntualizan en la Tabla 8.

Datos de la medición

➤ Unidad: dBA, Parámetros:

- Leq,A (nivel de presión sonora equivalente con ponderación A).
- Lav,A (nivel promedio de presión sonora con ponderación A).
- Lmax (nivel de presión sonora máximo con ponderación A).
- Lmin (nivel de presión sonora mínimo con ponderación A).
- L₉₀ (nivel de sonoro de fondo con ponderación A).
- L₅₀ (mediana del nivel sonoro con ponderación A).
- L₁₀ (límite nivel de pico con ponderación A).

➤ Tipo de curva de medición: A (Responde principalmente a frecuencias comprendidas en un rango de 500 a 10 000 Hz, el cual es el rango más sensitivo del oído humano.)

➤ Tiempo de integración: lento; Tiempo de medida: 3,0 min

➤ Ruido de fondo en el área de estudio: 47,3 dBA.

➤ Número de lugares de medición: 7.

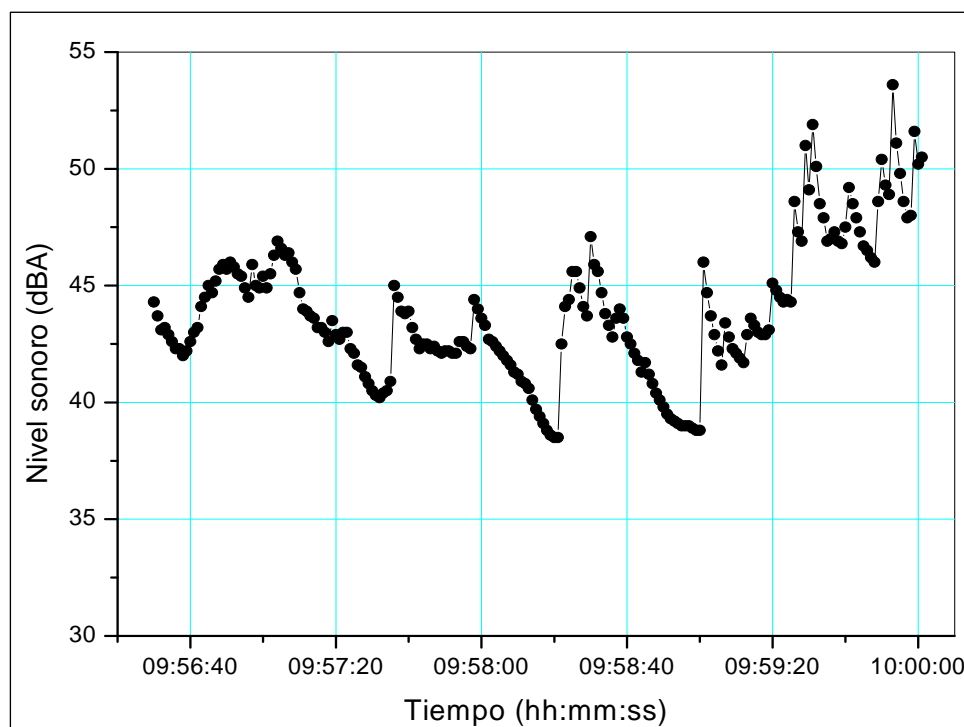
7.2.2. Resultados de las mediciones. En el cuadro N° 15 se presentan los resultados de las mediciones realizadas. En la misma se muestra, además de las coordenadas UTM de cada lugar de medición, el nivel de intensidad sonora mínima, máxima, el nivel L90, el nivel L50, el nivel L10, el nivel de intensidad sonora medio y el nivel de intensidad sonora equivalente.

Cuadro N° 15. Resultados de la medición de los niveles sonoros

RUIDO MEDIDO EN LA ZONA DEL PROYECTO									
Punto	UTM Este	UTM Norte	L _{mínimo} (dBA)	L _{máximo} (dBA)	L ₉₀ (dBA)	L ₅₀ (dBA)	L ₁₀ (dBA)	L _{av,A} (dBA)	L _{eq,A} (dBA)
P1	669665	1006302	40,2	67,0	40,7	50,7	56,8	50,5	55,0
P2	669754	1007349	34,2	59,9	43,4	50,9	56,9	50,4	53,3
P3	669687	1008574	38,5	53,6	40,2	43,3	47,9	43,8	45,0
P4	669253	1007707	40,7	63,4	42,7	43,7	45,4	43,9	46,3
P5	668891	1007025	53,2	59,7	56,3	56,5	56,9	56,7	56,7
P6	669180	1006412	60,4	61,0	60,5	60,7	60,9	60,7	60,7
P7	669647	1006268	54,0	76,8	56,0	61,4	71,1	63,0	66,9

Figura N° 6

Como muestra de las fluctuaciones sonoras en el área de estudio, se presenta en la Figura 6 el espectro del nivel de intensidad sonora medido en el punto P3 (669687 E, 1008574 N).



Espectro del nivel sonoro en el punto P3.

➤ Espectro de frecuencia.

En la Figura 2 se presenta el espectro de frecuencia en el punto P1, realizado de la grabación de los sonidos en el punto y la aplicación de un software con la Transformación de Fourier que

transforma la presión en frecuencia. Del análisis de este espectro, se obtuvo la frecuencia predominante de 285 Hz, con un valor de nivel de intensidad de 51 dB.

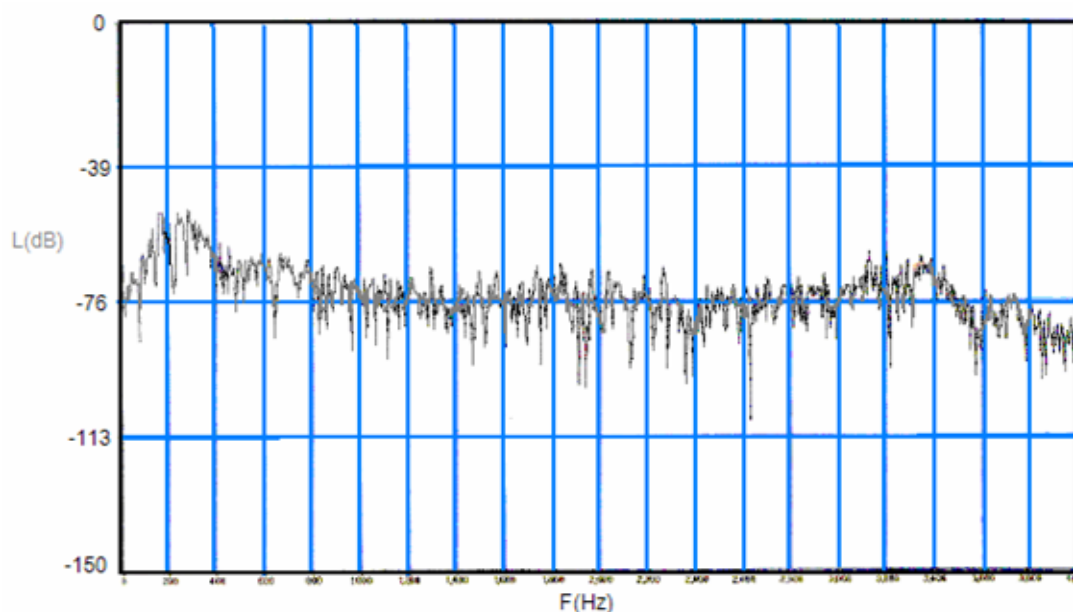


Figura N° 7. Espectro de frecuencia en el punto de medición P1.

En el cuadro se presentan las frecuencias predominantes para los puntos de medición que está dentro del área del proyecto.

Cuadro N° 16.

FRECUENCIAS PREDOMINANTES PARA LOS DIFERENTES PUNTOS.		
Punto de medición	Frecuencia predominante (Hz)	Nivel sonoro asociado a la frecuencia predominante
P1	285	51
P2	1 130	53
P3	254	44
P4	113	45
P5	696	53
P6	109	60

En función de los valores de las frecuencias predominantes del cuadro N° 16, éstas pueden ser caracterizadas así: La frecuencia del sitio P4 se clasifica como **Grave alto** (rango de las fundamentales de la voz humana hablada). La frecuencia del sitio P3 y P1 se clasifica como **Medio bajo** (octava central del piano). La frecuencias del sitio P5 se clasifica como **Medios centrales** (aquí se ubica el mayor rendimiento de la voz de una soprano). Por último, la frecuencias del punto P2 está en el rango de **Medios altos** (en esta banda está “do de pecho” de las sopranos). La ubicación de los lugares de medición se ilustra en la Figura N° 8, con puntos de color amarillo.

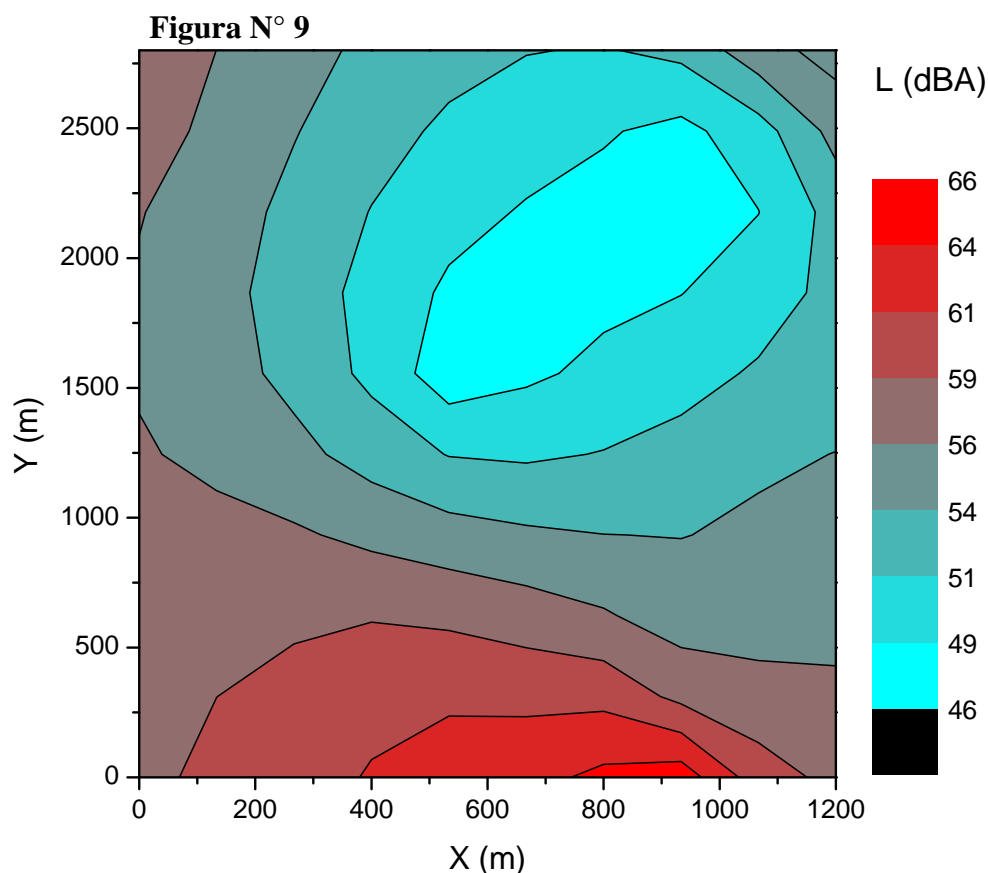
Desde el punto de vista de la sonoridad, se puede decir que los índices se corresponden con un medio de poca presencia humana permanente, un ambiente propio del tipo rural agrícola en el que las mayores fuentes son los torrentes de agua en los ríos y quebradas, vientos, fauna, etc. Es una sonoridad relativamente agradable y continua.

La figura N° 8 siguiente presenta el área de estudio y los puntos donde se realizaron las mediciones sonoras.

Figura N° 8



La figura presenta las imágenes de las isolíneas de nivel sonoro, producto del ruido existente en el área de estudio, antes de la construcción del proyecto.



Simulación del nivel sonoro que generará el residencial.

7.3. Olores

La zona de proyecto no se percibe olores desagradables. Se reitera que se trata de una zona en la que no existen ni industrias, ni basureros que pudiesen desmejorar la calidad del aire.

8. Paisajismo.

8.1. Cuencas visuales.

Entre los diversos enfoques desde los que se estudia y analiza el paisaje distinguimos el del paisaje visual –orientado hacia el sentido estético o de percepción–, que interesa como expresión espacial y visual del medio, se concreta en lo que el observador es capaz de percibir de ese territorio y abarca sólo la superficie observable, al situarse el observador dentro del propio territorio.

Los estudios del paisaje visual están encaminados a determinar el valor del paisaje como objeto de contemplación, a través del análisis de la respuesta en los observadores, de la valoración de los propios elementos que lo componen y su aportación atractiva con base en la estética ecológica,

según la cual la apreciación escénica estaría íntimamente ligada con la valoración puramente ecológica del territorio.



Con el paso de los años, muchas perturbaciones van modelando el paisaje, ya sean producidas por fenómenos naturales o intervenciones humanas como la deforestación y la conversión de bosques u otro tipo de uso. Las cuencas visuales de “Green Valley” se desarrollan preferencialmente en tres ejes norte-sur, todos con un fondo escénico compuesto por las sabanas urbanizadas inmediatamente adyacentes, y el perfil urbano de alta densidad recortado sobre el horizonte marino. Estas cuencas, por la ubicación del istmo en el sentido

Este-Oeste, permiten además apreciar las salidas del sol y de la luna sobre la línea del horizonte de mar, y los celajes estivales producidos por la puesta del sol entre los piedemontes del Oeste.

Un primer eje se define por las laderas Oeste del Camino de la Bandera, con una vegetación arbustiva dispersa compuesta por escasos árboles que no superan los 20 metros de altura, diseminados en la ladera y con una densidad muy débil en las orillas del camino. Las principales vistas se aprecian desde las partes bajas de la finca, cerrándose su profundidad con las montañas de Cerro Azul.

Esta cuenca encuentra un límite visual definido por la frontera del valle de la quebrada El Cacao, donde empieza a aparecer una vegetación más rica, con árboles que ya superan los 25 metros de altura y donde existe un bosque secundario en recuperación, aunque no en la densidad propia de un bosque tropical. La quebrada discurre fundamentalmente sobre un eje Noroeste-Sureste, en búsqueda de las tierras bajas por donde pasa el río Juan Díaz del cual es afluente; y la cuenca está bien marcada por el bosque de galería, poco pero distinguido entre el resto del predio. Es en esta cuenca donde predomina el paisaje natural con menor rigor del factor antrópico, y es también donde se aprecia el mejor follaje, aunque escasean las masas de color propio del bosque tropical.

El tercer eje visual lo constituye el bosque de galería del río Juan Díaz, una banda boscosa que escasamente alcanza los 4 metros de anchura y se recorta drásticamente sobre las laderas Suroeste del predio, en el otro margen del río, devastadas completamente por la tala de árboles.

Se han considerado cuatro variables para evaluar la calidad visual de estas cuencas: fisiografía, vegetación, presencia de láminas de agua y grado de humanización. Las dos primeras, por su carácter extensivo, ocupando todo el territorio de los piedemontes de la cordillera, nos permiten establecer un primer valor de calidad, que podemos llamar calidad intrínseca del paisaje, conservada hacia las montañas, pero deteriorada a medida que nos acercamos a la costa. Este valor será matizado en función de las otras dos variables, que añaden (en el caso de la presencia

de láminas de agua) o restan (según el grado de humanización) calidad al paisaje. En la aplicación de estas variables, las cuencas visuales y su calidad encuentran valores contradictorios, pues mientras el grado de humanización puede calificarse como negativo, la presencia de ríos y quebradas en buen estado de conservación hacen que la calidad visual de las cuencas sea admirable y recomendable conservar.

La mayor parte de los estudios encaminados al análisis visual del paisaje conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación. En nuestro caso, entendemos por visibilidad aquellas zonas visibles desde los denominados “miradores” humanos (futuros núcleos urbanos, carreteras y otras áreas frecuentadas por el potencial habitante de Green Valley). Es una variable ponderada en función de la distancia a los atractivos del paisaje y del número de veces vistos por observadores humanos, es decir que en un virtual mapa de visibilidad final, las zonas más valoradas son aquellas zonas visibles por más núcleos, y que se encuentran más próximos a éstos.

Se realizó el análisis de las cuencas visuales valorando el territorio que es visto desde unos determinados puntos de observación situados en una superficie topográfica preferencial. Tomamos como radio de acción máxima una distancia de 8 Kms., entendiendo que a partir de esa distancia los elementos visuales básicos se modifican, volviéndose los colores más pálidos y menos brillantes, debilitándose la intensidad de las líneas y perdiendo contraste la textura. Para cada cuenca visual, se superpuso la distancia al punto atractivo de referencia, obteniendo una graduación de las zonas visibles en función de la distancia. El resultado es que desde las cotas del predio por encima de los 100 msnm, las cuencas visuales son de alta calidad.

A la inversa, y por los grados de calidad recíproca de las cuencas visuales, la finca posee diferentes puntos de interés paisajístico, siendo los más importantes los cañones de sus quebradas y ríos, los sotobosques de los bosques de galería y los cauces de agua.

8.2. Fondo escénico.

Los grados de visibilidad recíproca de las unidades del paisaje en Green Valley se midieron emitiendo visuales desde algunos puntos de observación, seleccionados aleatoriamente, o en función de su importancia por ser futuros puntos de importancia por su potencial frecuentación, como los parques, parques lineales, miradores al río, o por ser miradores naturales.

El *fondo escénico* es la cortina que se impone tras las vistas. Puede ser cielo en composiciones abiertas, agua en escenas de márgenes litorales, o el propio terreno en espacios cerrados. La *localización de las unidades* u objetos se refiere a la situación topográfica relativa de elementos formales con identidad propia. Puede definirse en relación con la altitud o a las características de la composición. Los objetos en localizaciones más visibles, o más claves, o estratégicas, por ejemplo centros focales, dominan sobre los demás. En el caso de Green Valley, un fondo escénico importante será el lago y el espejo de agua que se formará en la cota 57 msnm, visible desde casi toda la urbanización.

Con frecuencia las características de fondo escénico y de localización de las unidades están en relación una con otra.

- Cielo: Supone una interrupción de la línea del horizonte. El impacto visual de un edificio varía enormemente dependiendo de su posición en relación con la línea del horizonte.
- Agua: Es posible también la formación de contrastes poco compatibles, ya que se tapan vistas de uno de los elementos más importantes en la valoración estética de un paisaje.
- Tierra: Cuando el fondo escénico es el propio terreno podemos tener diversas alternativas dependiendo de la situación del edificio.
 - Visibilidad completa
 - Visibilidad parcial
 - Visibilidad nula

En el fondo del valle, un edificio situado en un terreno llano puede ser fácilmente absorbido por el paisaje otorgando así una clara continuidad visual en la composición espacial. Tal es el caso de distintos puntos en Green Valley. A media ladera, los edificios también pueden estar situados a media altura de una elevación, con lo que disminuirá el impacto visual causado por los mismos. En el borde superior de la ladera, la situación es similar a la anterior, sólo que existen riesgos de interrumpir la línea del horizonte cuando esta cota es la más alta del fondo escénico, cosa que no ocurre en el predio estudiado, pues la intervención se ubica en los piedemontes.

Las distintas características de composición de la escena determinan una mayor o menor capacidad perceptiva de la construcción por el observador. De esta forma, la percepción de la construcción en una composición paisajística varía de menos a más según esta secuencia:

- Composición Escénica Filtrada (menos percepción)
- Composición Escénica Abierta
- Composición Escénica Cerrada
- Composición Escénica Singular
- Composición Escénica Focalizada (más percepción)

Al igual que en el caso de la composición escénica, se puede establecer que la percepción de una construcción en un paisaje varía según su fondo escénico y la localización de las unidades siguiendo esta secuencia, aplicable al caso en estudio:

- Cielo + Percepción
 - >50%
 - < 50%
- Agua
 - >50%
 - < 50%
- Tierra
 - En el borde superior de la ladera
 - A media ladera
 - En el fondo del valle-Percepción

8.3. Manchas y corredores

Los factores que determinan la estructura del paisaje, íntimamente relacionada con la biodiversidad, y por tanto con la calidad del paisaje, son el número de manchas que componen el mosaico del paisaje; el tamaño de dichas manchas, que dan lugar a un determinado grano o densidad en el paisaje; la forma de dichas manchas, que provoca que haya más superficies de contacto con las manchas adyacentes en el caso de formas elongadas y menos en el caso de formas redondas; y el grado de conectividad entre manchas, es decir, la existencia de corredores que pongan en contacto las unidades del paisaje.

El patrón del paisaje es el semi rural, con una disposición en la que la matriz rural está dominada por lo que han sido los hatos agroganaderos de los antecedentes de la hacienda –hoy con alguna regresión por las sucesiones ecológicas secundarias en proceso y los bosques conservados de galerías–, unidos a un nuevo mosaico de tipo agroforestal: las plantaciones de árboles maderables con especies exóticas; y luego por la tendencia urbana sintetizada en una matriz de asentamientos conurbanos, nacidos del precarismo periférico capitalino por procesos migratorios nacionales.

En el caso de las manchas, como áreas relativamente homogéneas que se diferencian de su entorno, existen las naturales y las artificiales, como los sembrados de maderables (teca, en el predio estudiado) y los poblados. La intervención antrópica casi ha puesto sobre el tablero la dominancia de pastizales, abandonados a la fecha, sobre el cual se presentan manchas aisladas de bosques de galería, con conectividad casi nula pues hay un solo punto de enlace en la confluencia de los cauces. No existen corredores claros, y la biodiversidad es escasa tras los más de 100 años de intervención indiscriminada en el área, desproveyendo al predio de elementos vivos, a no ser las masas vegetales descritas.

8.4. Unidades paisajistas.

El paisaje debe ser integrado plenamente como lenguaje territorial y, por tanto, recurso cognitivo de la organización espacial e instrumento de la ordenación del territorio y del medio ambiente. La premisa que debe prevalecer es la consideración del paisaje como una cualidad referida a la totalidad del espacio o territorio, delimitando en el territorio unidades paisajísticas dotadas de continuidad espacial.



En el caso de Green Valley, sobre el territorio se pueden distinguir dos unidades paisajistas, definidas concretamente por la geomorfología del terreno. Una está formada por el relieve colinar que corresponde a las acumulaciones de piedemontes de características hidrovulcánicas. Está integrada por lomos de colina y valles en V, cerrados, predominando una trama de vegetación arbustiva (sucesión ecológica en proceso) junto a bosques secundarios de galerías y un recurso hídrico que corre entre conglomerados fluviales y elevada

pendiente en su curso, lo cual le concede segmentos con caídas de un valor intrínseco importante. La otra se ajusta a las acumulaciones de piedemontes, de características morfoclimáticas, formada de planos suavemente inclinados y terrazas aluvionales. Es el área más impactada por la mancha de pastizales y de muy poca recuperación por la vía natural debido a las transformaciones del suelo; además hay poca vegetación de galería y el recurso hídrico baja en su calidad paisajista.

Las líneas de vista, entendidas como aquellas geometrías visuales entre el espectador y el paisaje, existen entre las cotas altas colinosas del terreno y el perfil urbano con el fondo marino costero de la Bahía, de un valor paisajístico importante. Éstas sufrirían alteraciones visuales por alguna construcción que sobrepasase los techos de las pendientes de la geometría, y/o por una alta luminosidad nocturna del nuevo aglomerado urbano.

8.5. Conclusiones.

En un estudio sobre la calidad visual del paisaje, se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM 1980). Este método basado en la evaluación de las características visuales básicas (forma, línea, color, textura) y de los componentes del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuación humana), asigna un valor según los criterios de ordenación; y la suma total de estos determina una clase de calidad visual del área en estudio. Al aplicar dicha evaluación a la zona en estudio, se obtuvo que la calidad visual del paisaje, como matriz general se encontraría calificada en la Clase C; o sea un área de calidad baja, con muy poca variedad en forma, color, línea y textura. De acuerdo a los análisis desarrollados anteriormente, esto podría explicarse porque los escenarios paisajísticos locales dominantes en estudio no gozan de mucho valor estético, no manifiestan complejidad en su composición y son escenarios muy comunes y frecuentes de encontrar a lo largo de la costa de nuestro territorio. El valor más importante lo constituyen las cuencas visuales desarrolladas hacia el horizonte marino y algunos puntos focales con valores intrínsecos en los que se encuentran factores de singularidad.

En cuanto a la Fragilidad Visual, que expresa particularmente grados de vulnerabilidad y puede definirse como *“la susceptibilidad de un territorio al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre el mismo”* (Cifuentes, 1979), el predio padece de una fragilidad visual evidente, producto de la intervención antrópica. Ésta es verificable principalmente en aquellas líneas de vista que se desarrollan en las partes bajas de la finca, visiblemente afectadas por usos de suelo que exigieron talas masivas y siembra de pastos. En este espacio la intervisibilidad con el horizonte exige una urbanización ordenada tanto en su dimensión horizontal (espacios verdes adecuados), como vertical (altura de los edificios), que enriquezca y no disminuya la composición estética nueva del sistema paisajístico.

9. Amenazas Naturales

9.1. Sísmica

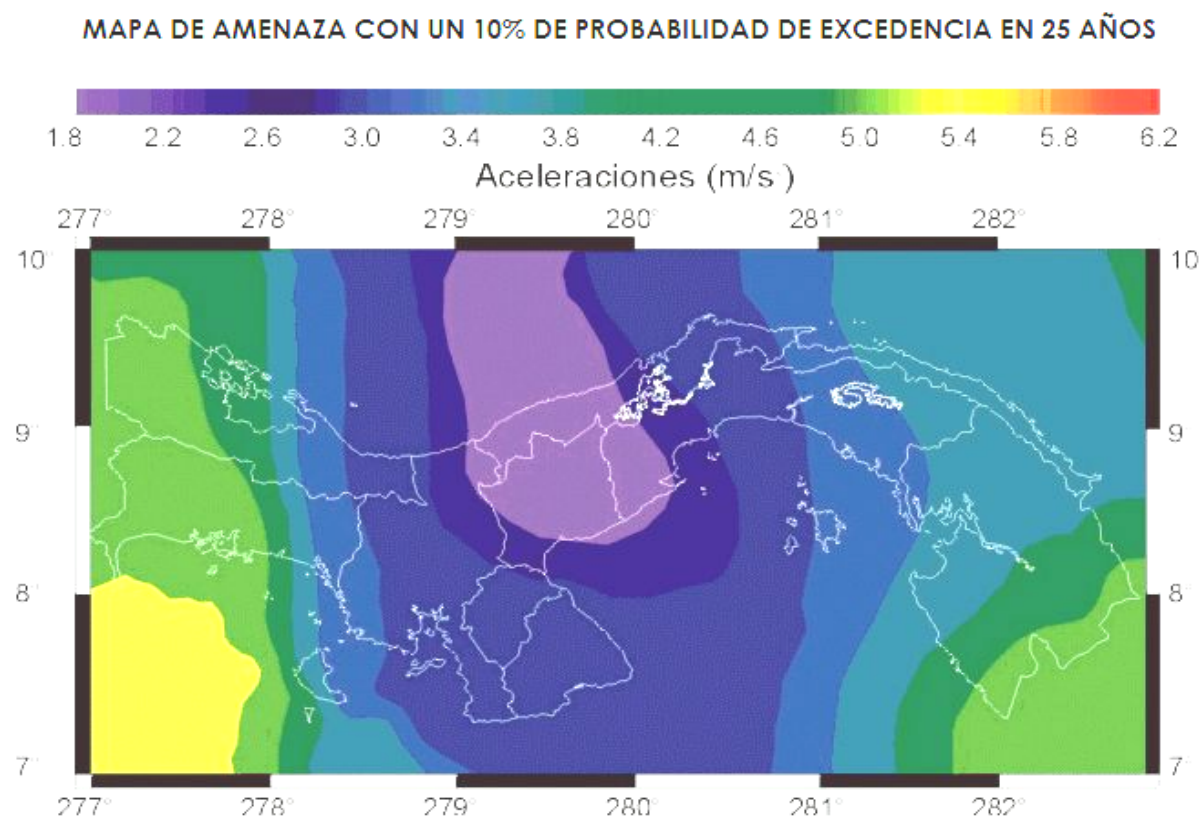
El área de estudios se ubica en la III zona sísmica de la Región Metropolitana y está calificada como **Zona de Alto Impacto Sísmico** en la escala modificada de Mercalli (MM), cuyos

movimientos está en el orden VII (MM). A continuación ofrecemos una tabla de Tipología por Zona Sísmica.

En cuanto a sismología se refiere, la República de Panamá se encuentra activa sísmicamente debido a la colisión de las placas tectónicas denominadas Cocos, Caribe, Panamá, y quizás Nazca.

Panamá se encuentra ubicado por evidencias geomorfológicas, de estructuras geológicas y sísmicas, en la placa del Caribe, aunque como existen evidencias de que el lecho del Mar Caribe esta empujando inferiormente el margen continental al Norte como resultado de una tectónica de interplaca, se puede afirmar que el Istmo está ubicado en una microplaca tectónica con movimiento propio y que en la actualidad es conocida como el Bloque de Panamá (Kellog et al., 1985 - 1989).

Según el mapa de riesgo sísmico de la región centroamericana, para Panamá las zonas de mayor riesgo sísmico se encuentran en la región oeste del país. Seguidamente se presenta el mapa de Amenaza Sísmica de la República de Panamá.



Cuadro N° 17

TIPOLOGÍA POR ZONA SÍSMICA ¹ REGIÓN METROPOLITANA						
ZONA REGIÓN PROVINCIA	UBICACION			NIVEL DE AFECTACIÓN ²		
	DISTRITO	LUGAR POBLADO	CORREGIMIENTO	ALTO	MEDIO	BAJO
Zona III metropolitana	Panamá	Cuidad alrededores	Juan Díaz	-	-	D
			Chilibre	-	T	-
			Ancón	-	T	-

La región no tiene antecedentes de fuertes sacudidas, sin embargo es propensa a deslizamientos a causa de fuertes lluvias y crecidas del drenaje y a pequeños sismos de categoría de 3.5 a 4 en la escala modificada de Mercalli.

9.2 Erosión y Deslizamientos

➤ Definición de las áreas con suelos frágiles y los problemas del proyecto.

Áreas con suelos frágiles. Se definen como de alta fragilidad todos los suelos del área del proyecto en especial los sectores de pendiente acentuada. La erodabilidad o baja resistencia del suelo a los agentes erosivos, en especial la escorrentía superficial, condiciona los requerimientos de inversiones en materia de protección y conservación de los suelos. Dado las características de la zona del proyecto, las actividades de remoción de tierras deben efectuarse de preferencia durante la época seca. En todo caso los caminos de acceso y sus cunetas deben recubrirse mínimo con materiales pétreos y obras de conservación que impidan la erosión en torrentes, en surcos y cárcavas. De igual manera las veredas de circulación de los visitantes deberán recubrirse con éstos materiales.

9.3. Inundaciones

Según los análisis de la Y crítica, realizados por los encargados de la hidrología, no hay en la actualidad riesgo de inundaciones en el área de estudio que afecten al proyecto y su entorno. De todas formas los diseños han tomado en cuenta una banda de seguridad para sus construcciones.

Sin embargo, dado el historial de crecidas e inundaciones del río Juan Díaz y sus efectos sobre la población civil establecida en su cuenca baja durante los episodios de inundaciones, no resulta recomendable las canalizaciones pavimentadas de aguas pluviales directas a las quebradas tributarias y río, sin tomar las medidas correspondientes al control de los caudales instantáneos máximos y sus energías; así como tampoco la pavimentación excesiva en las áreas de desarrollo, procurando más bien zonas de estacionamiento y vías de circulación vehicular y peatonal, recubiertas con materiales que permitan la filtración del agua al subsuelo.

¹ Desastre naturales y Zonas de riegos en Panamá. Universidad de Panamá 1991

² T = terremoto año de 1882 D = deslizamiento 1950