

6.0 LÍNEA BASE AMBIENTAL

6.1 Generalidades

El diagnóstico ambiental implica conocer las actuales condiciones físicas, biológicas y sociales del entorno del proyecto y su área de influencia para poder predecir los posibles impactos que podría ocasionar el proyecto al medio ambiente por ello se establece la línea base físico, biológico y social. Los temas han sido desarrollados en el área de influencia del proyecto (determinada en el ítem 3.0) para realizar la evaluación de la línea de base ambiental.

6.2 Línea de Base Físico

En esta parte del estudio se describirá las condiciones ambientales más relevantes del área de influencia del proyecto, las cuales constituyen los elementos de soporte para la construcción y operación del proyecto.

6.2.1 Clima

Para el estudio de Climatología se ha procesando los datos registrados en las estaciones meteorológicas que se muestran en el **Cuadro N° 01-CL** y su ubicación geográfica se muestra en el **Plano MA-0803**.

Cuadro N° 01-CL
Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

| Estación | Tipo | Coordenadas UTM * | | Ubicación Política | | |
|-----------------------|------|-------------------|------------|--------------------|-----------|--------|
| | | Este | Norte | Distrito | Provincia | Región |
| Mazán | CO | 713063.13 | 9614227.90 | Mazán | Maynas | Loreto |
| Maniti | PLU | 736962.13 | 9609152.87 | Indiana | | |
| Francisco de Orellana | PLU | 748105.46 | 9621294.75 | Las Amazonas | | |

PLU: Pluviométrica

CO: Climatológica Ordinaria

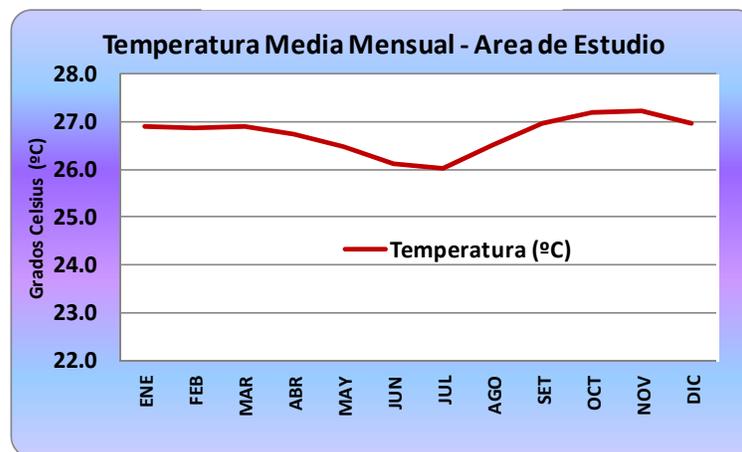
Fuente: Senamhi, 2,012.

Se ha analizado la información meteorológica obtenida de estudios anteriores y la proporcionada por la Oficina General de Estadística e Informática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) sede Iquitos hasta el año 2,012. Los parámetros a analizar son: precipitación pluvial y temperatura, los datos registrados se presentan en el **Cuadro N° 02-CL**.

1) Temperaturas Medias

Las temperaturas medias mensuales son casi constantes a lo largo del año, fluctúan entre los 26.3 °C y los 27.1 °C en el área de estudio, siendo los meses de setiembre a noviembre los que registran los mayores valores (27.2 °C) y en los meses de junio y julio los menores valores (26.0 °C), ver **Gráfico N° 01-CL**, muestra el comportamiento temporal a nivel mensual de las temperaturas media del área de estudio (promedio de todas las estaciones del área de estudio).

Gráfico N° 01-CL



Asimismo, en el **Cuadro N° 02-CL**, se presenta los valores de temperatura media por cada una de las estaciones cercanas al área de estudio. En ella se aprecia que todas las comunidades ubicadas en la parte Este, para los meses de junio y julio tienen los valores más bajos, tienen valores de 25.5 °C a 26.0 °C.

Cuadro N° 02-CL

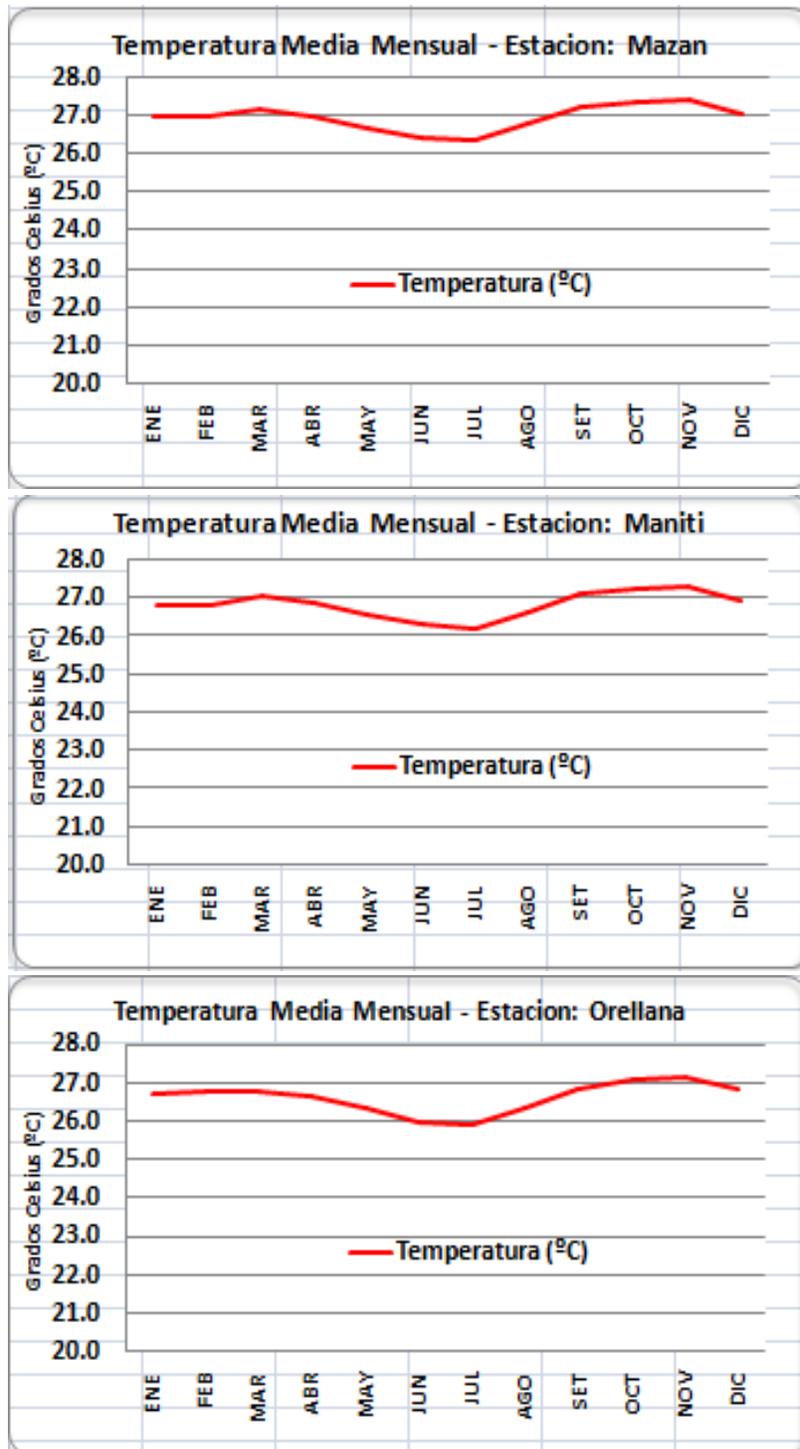
Datos Meteorológicos Registrados en las Estaciones Meteorológicas

| Parámetros | Meses | | | | | | | | | | | | Anual |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| Estación Mazán | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 27.0 | 26.7 | 26.4 | 26.3 | 26.8 | 27.2 | 27.3 | 27.4 | 27.0 | 26.9 |
| Precipitación (mm) | 247.0 | 229.2 | 352.2 | 302.7 | 264.6 | 180.5 | 178.6 | 159.0 | 165.4 | 208.8 | 250.0 | 330.3 | 2868.3 |
| Humedad Relativa (mm) | 91.4 | 91.4 | 91.7 | 92.0 | 92.4 | 92.6 | 92.3 | 91.8 | 90.8 | 91.1 | 91.1 | 91.6 | 91.7 |
| Estación Maniti | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 26.9 | 26.6 | 26.3 | 26.2 | 26.7 | 27.1 | 27.2 | 27.3 | 26.9 | 26.8 |
| Precipitación (mm) | 267.2 | 281 | 309.4 | 322 | 276.5 | 239 | 184.5 | 184.3 | 221.2 | 233.2 | 271.2 | 282.5 | 3072.0 |
| Estación Francisco Orellana | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | 26.7 | 26.8 | 26.8 | 26.6 | 26.3 | 26.0 | 25.9 | 26.4 | 26.8 | 27.1 | 27.1 | 26.9 | 26.6 |
| Precipitación (mm) | 265.7 | 242.4 | 308.2 | 310.9 | 269.3 | 222.8 | 165.1 | 176.2 | 204.5 | 228.6 | 267.7 | 291.4 | 2952.8 |

Fuente: Senamhi, 2,013.

Gráfico N° 02-CL

Variación de las Temperaturas Medias Mensuales Registradas



A nivel espacial, en el **Plano MA-0804** se muestra el comportamiento de las temperaturas medias anuales donde las ciudades de Mazan, Puerto Alegre, San José, Unión Paraíso y Triunfo centro registran valores cercanos a los 27.2 °C; los sectores de Timicurillo, Indiana, San Luis, Santa teresa, 200 millas, Punta Arena, Bagazan y Urco Miraño registran valores cercanos a los 26.8 °C.

Los centros poblados Santa Rosa, Pucallpa, Nuevo horizonte, Yuracyacu, Isla Tamanco, Santa lucia, Yachapa, Yarina Isla, 1 de enero y Sucusari registran valores cercanos a los 26.4 °C.

Los centros poblados Lago Yuracyacu, 28 de Octubre y Nuñez cocha, registran valores cercanos a los 26.2 °C anuales, siendo los más bajos de la zona de estudio. Se puede considerar que existe un gradiente de Oeste a Este en el comportamiento anual de las temperaturas.

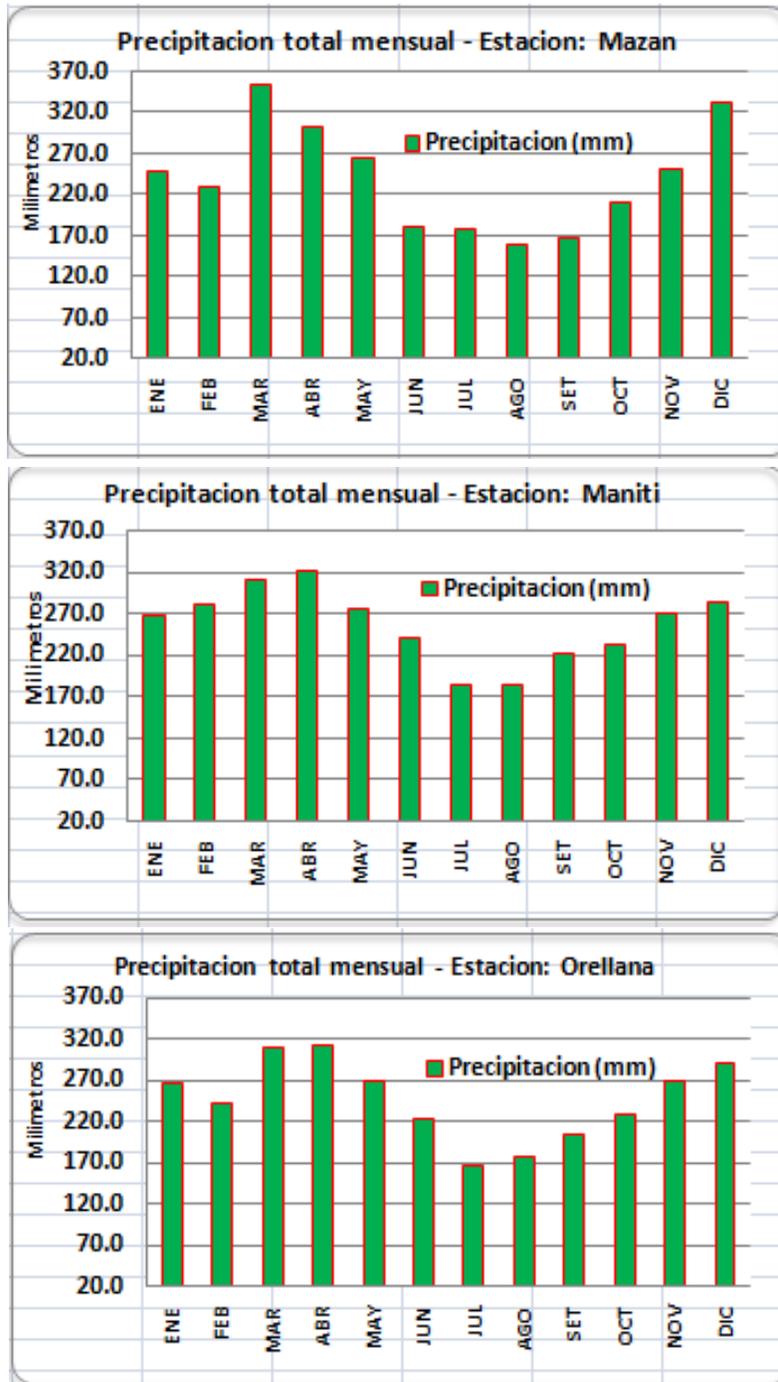
2) Precipitaciones

Las precipitaciones en la selva baja están definidas por la zona de convergencia intertropical conocida como ZCIT, y ésta a su vez depende de las condiciones de los vientos alisios, que son impulsados por sistemas globales de presión y que convergen hacia esta zona convirtiéndola en una zona de inestabilidad permanente; en los meses de invierno austral en el Hemisferio sur los sistemas globales de presión se intensifican, y por ende trasladan la ZCIT a latitudes más al Norte. Esto regula el comportamiento a lo largo del año, teniendo las precipitaciones máximas en el mes de marzo con 350 mm/mes, y las precipitaciones mínimas en julio, con 150 mm/mes; el promedio anual de precipitación pluvial es de 2917 mm/año.

A nivel anual, en el **Plano MA-0805** se presenta la distribución espacial de la precipitación; en ella se aprecia núcleos de alta precipitación superiores a los 3000 mm anuales ubicados en las partes Este y Oeste sobre los centros poblados de Santa Cruz, Libertad, 1ro de enero, 14 de Julio, Varaderillo, Sinchicuy, Juancho Playa, Centro Unido, Mangua, Nuevo San Martin, Nuñez cocha, Tigrillo, Paiche Huahua, Atun cocha, Francia, Sapo Playa y Orellana.

Gráfico N° 03-CL

Variación de las Precipitaciones Medias Mensuales



Para Mazan y los centros poblados de Timicurillo, San José y Centro Unión las precipitaciones anuales se encuentran en el rango de los 2900 – 3000 mm.

Para la parte central de la zona de estudio los valores fluctúan entre los 2800 a 2900 mm, específicamente en los centros poblados de Unión Paraíso, Nuevo Varaderillo, 28 de Octubre, Lago Yuracyacu, Yarina Isla y 1ro de Enero.

Los menores valores que oscilan entre los 2600 a 2700 mm se encuentran en los centros poblados de Urco Miraño, Santa Rosa, Bagazan y San Antonio de Miraño. Hay que destacar los núcleos de gran intensidad que recaen en las zonas de confluencia de los ríos Napo y Amazonas.

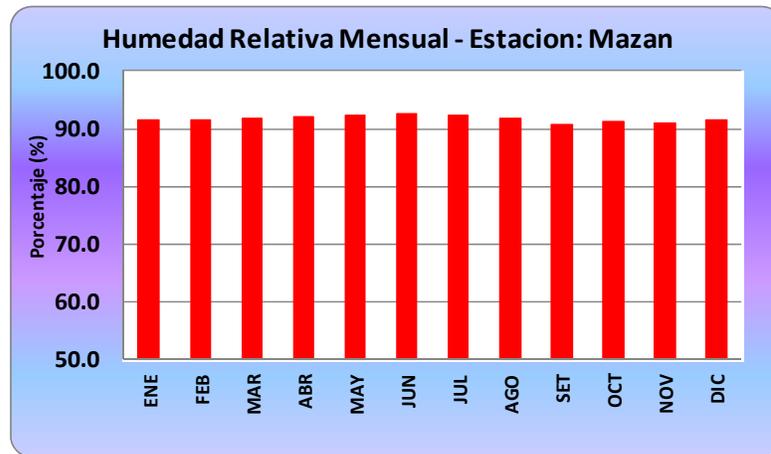
3) Humedad Relativa

La variable humedad atmosférica nos indica la cantidad de agua que existe en la atmósfera en un determinado lugar; el comportamiento de la humedad relativa está afectado por dos factores predominantes: cercanía a una fuente hídrica (ríos, quebradas, bosques, etc.) y régimen pluviométrico; ambos definen la tasa de almacenamiento de agua en los tres estados físicos del agua.

En términos generales toda la zona de estudio presenta altos valores de humedad. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de abril-junio, con un 92% en promedio, y los mínimos valores entre agosto-octubre, con 86% para la zona de estudio. Hay que destacar que existen diferencias de valores entre los lugares, resaltando las ciudades de Mazan y Orellana que se encuentra influenciado por la confluencia de los ríos que muestra núcleos con valores altos, en especial, los meses de mayo y junio, con valores cercanos al 92%, próximos a la saturación, considerando que son valores promedio (ver **Gráfico N° 04-CL**).

Gráfico N° 04-CL

Variación de la humedad relativa mensual

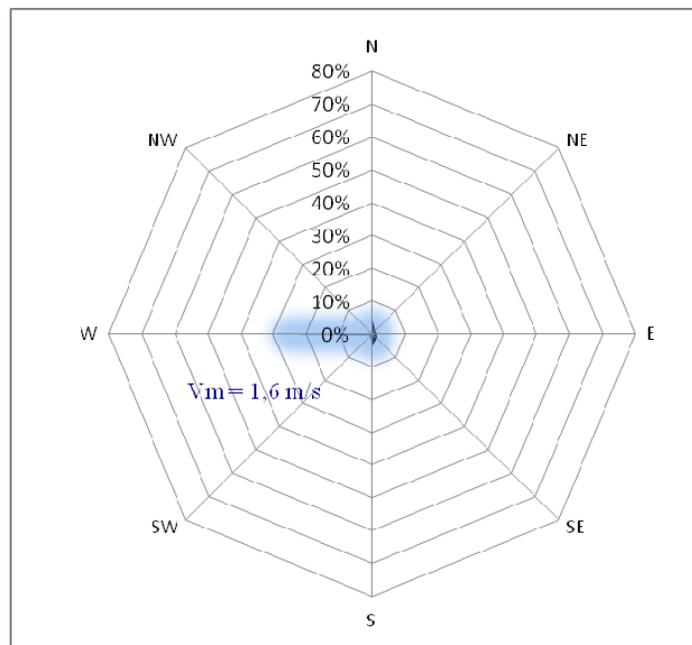


4) Vientos

Los vientos predominantes registrados en la estación Mazan tienen una dirección de este - oeste alcanzando velocidades maximas de 1,6 m/s, tal como se muestra en la gráfica de Rosa de Vientos (ver **Gráfico N° 05-CL**).

Gráfico N° 05-CL

Rosa de Vientos - Estación Meteorológica Mazán



5) Balance Hídrico

Es el principio físico de conservación de masa en el cual se evalúa la entrada y salida de agua de un sistema, con la finalidad de poder conocer la disponibilidad de agua (g). El sistema puede ser una represa, columna de suelo, praderas o un campo de cultivo. El aporte de agua al sistema puede estar constituido por escorrentía de ingreso (f_i), rocío (D), precipitación y aplicación de riego; en tanto que la salida de agua del sistema puede ocurrir por escorrentía de salida (f_o), infiltración y evapotranspiración (Manual de Meteorología General, 2005).

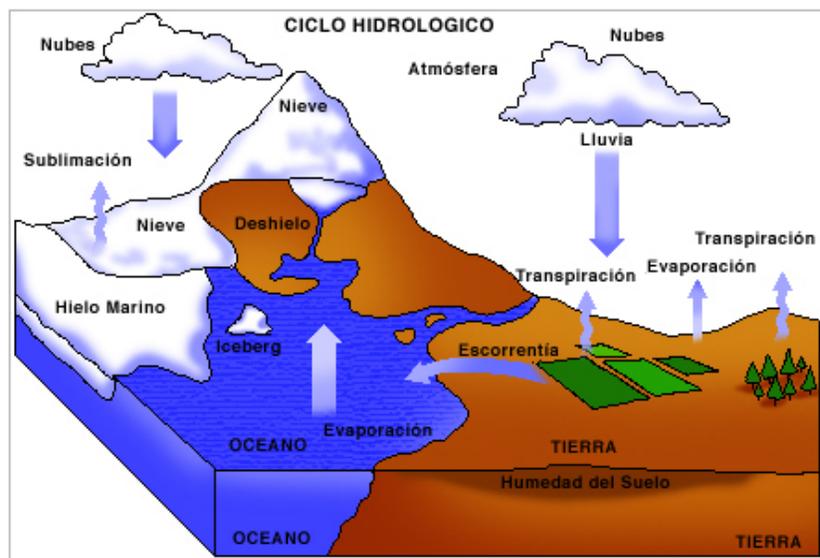


Figura N° 01-CL: Ciclo hidrológico del agua.

Deducción de la ecuación del balance hídrico

La variación neta (dg) del contenido de agua en la columna o sistema, está dada por la suma de la cantidad de agua que está ganando por precipitación (p), por condensación o rocío (D) y por el flujo horizontal de escorrentía (f_i) hacia la columna, menos la cantidad de agua que está perdiendo dicha columna por evaporación o evapotranspiración (ETP) y por escorrentía (f_o).

$$Dg = p + D + f_i - E - f_o$$

En cuanto al balance hídrico climático, no existe entrada de agua por riego, pero sí puede existir escorrentía de salida por los excesos de agua que se tendría en la columna. En este estudio se va a desarrollar la metodología para la evaluación del balance hídrico climático.

Terminologías utilizadas en el balance hídrico climático:

- Precipitación (p), evapotranspiración real (E), evapotranspiración potencial (ETP).
- Reserva inicial de agua (go) y reserva máxima de agua (gcc).
- Variación de reserva (dg), que puede ser recarga (dg +) y utilización (dg -).
- Excedente de agua (S) y escorrentía (df).
- Déficit de agua (D).

Dado que la Amazonía contiene la mayor reserva forestal húmeda y el mayor sistema hidrográfico del Mundo, existe actualmente una preocupación muy grande sobre posibles efectos que puedan tener en el régimen hidrológico los cambios en el uso de la tierra y la deforestación, así como también en el intercambio de humedad entre la vegetación y la atmósfera, lo que podría a su vez afectar sensiblemente los ciclos hidrológicos y de energía en la región. (Dickinson & Kennedy 1992, Cutrim *et al.* 1995, Gash *et al.* 1996).

Respecto al balance hídrico superficial en el área de estudio y en las zonas aledañas, en algunos lugares importantes en la zona de estudio, estimando la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite y considerando una reserva de humedad del suelo de 200 mm.

En todas ellas se puede apreciar un exceso de agua proveniente de las lluvias que se presentan a lo largo de todo el año y que superan a la ETP. Hay que destacar los menores valores del balance ocurren en los meses de agosto y setiembre. Los **Cuadros N° 03-CL, N° 04-CL y N° 05-CL** muestran los cálculos realizados para la contabilización del balance hídrico climático.

Cuadro N° 03-CL
Balance Hídrico Climático en la Estación Mazán

| MES | PP | ETP | PP-ETP | R | AR | ETR | EXCESO | DEFICIT |
|-----------|--------|--------|--------|-------|------|-------|--------|---------|
| SETIEMBRE | 165.4 | 145.7 | 19.6 | 19.6 | 19.6 | 145.7 | 0.0 | 0.0 |
| OCTUBRE | 208.8 | 156.2 | 52.6 | 72.2 | 52.6 | 156.2 | 0.0 | 0.0 |
| NOVIEMBRE | 250.0 | 154.9 | 95.0 | 167.2 | 95.0 | 154.9 | 0.0 | 0.0 |
| DICIEMBRE | 330.3 | 153.3 | 176.9 | 200.0 | 32.8 | 153.3 | 144.1 | 0.0 |
| ENERO | 247.0 | 150.5 | 96.5 | 200.0 | 0.0 | 150.5 | 96.5 | 0.0 |
| FEBRERO | 229.2 | 134.2 | 95.0 | 200.0 | 0.0 | 134.2 | 95.0 | 0.0 |
| MARZO | 352.2 | 151.1 | 201.1 | 200.0 | 0.0 | 151.1 | 201.1 | 0.0 |
| ABRIL | 302.7 | 139.3 | 163.4 | 200.0 | 0.0 | 139.3 | 163.4 | 0.0 |
| MAYO | 264.6 | 136.0 | 128.5 | 200.0 | 0.0 | 136.0 | 128.5 | 0.0 |
| JUNIO | 180.5 | 125.6 | 55.0 | 200.0 | 0.0 | 125.6 | 55.0 | 0.0 |
| JULIO | 178.6 | 128.6 | 50.1 | 200.0 | 0.0 | 128.6 | 50.1 | 0.0 |
| AGOSTO | 159.0 | 138.7 | 20.3 | 200.0 | 0.0 | 138.7 | 20.3 | 0.0 |
| | 2868.2 | 1714.2 | | | | | 954.0 | 0.0 |

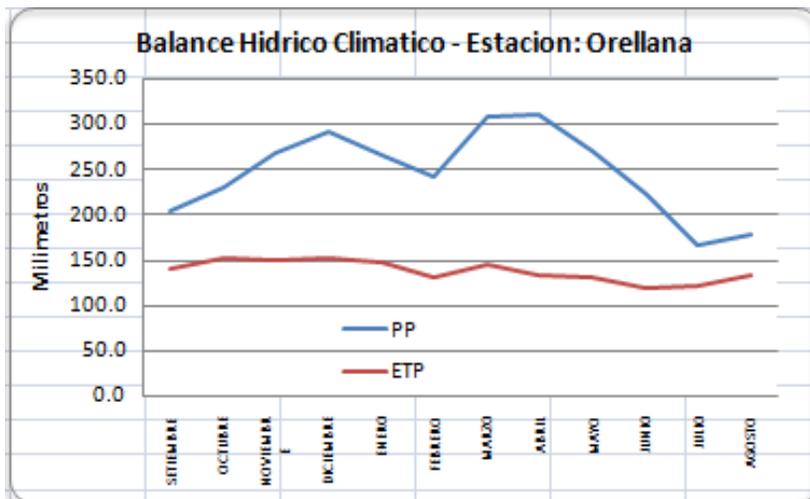
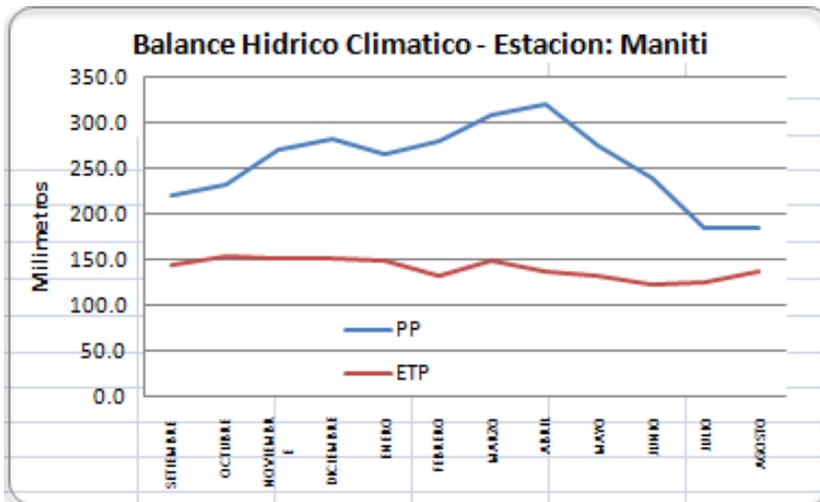
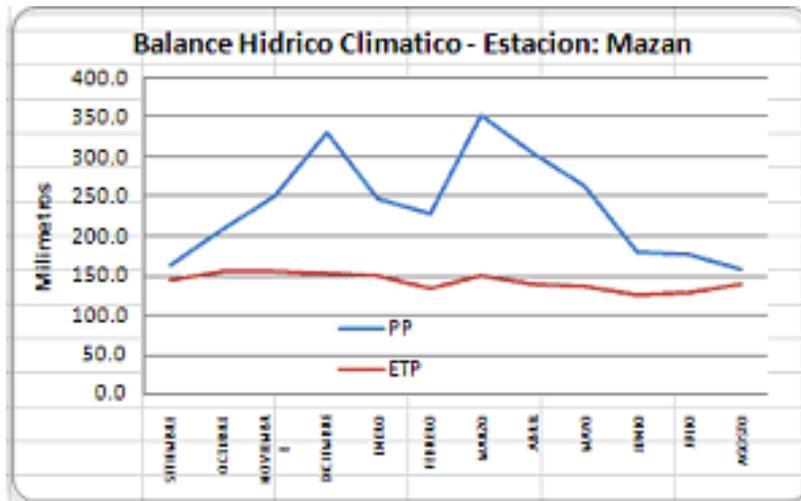
Cuadro N° 04-CL
Balance Hídrico Climático en la Estación Maniti

| MES | PP | ETP | PP-ETP | R | AR | ETR | EXCESO | DEFICIT |
|-----------|--------|--------|--------|-------|------|-------|--------|---------|
| SETIEMBRE | 221.2 | 143.8 | 77.4 | 77.4 | 77.4 | 143.8 | 0.0 | 0.0 |
| OCTUBRE | 233.2 | 154.1 | 79.1 | 156.5 | 79.1 | 154.1 | 0.0 | 0.0 |
| NOVIEMBRE | 271.2 | 152.9 | 118.3 | 200.0 | 43.5 | 152.9 | 74.8 | 0.0 |
| DICIEMBRE | 282.5 | 151.4 | 131.1 | 200.0 | 0.0 | 151.4 | 131.1 | 0.0 |
| ENERO | 267.2 | 148.5 | 118.7 | 200.0 | 0.0 | 148.5 | 118.7 | 0.0 |
| FEBRERO | 281.0 | 132.5 | 148.5 | 200.0 | 0.0 | 132.5 | 148.5 | 0.0 |
| MARZO | 309.4 | 149.1 | 160.3 | 200.0 | 0.0 | 149.1 | 160.3 | 0.0 |
| ABRIL | 322.0 | 137.5 | 184.5 | 200.0 | 0.0 | 137.5 | 184.5 | 0.0 |
| MAYO | 276.5 | 134.3 | 142.2 | 200.0 | 0.0 | 134.3 | 142.2 | 0.0 |
| JUNIO | 239.0 | 124.0 | 115.0 | 200.0 | 0.0 | 124.0 | 115.0 | 0.0 |
| JULIO | 184.5 | 127.0 | 57.5 | 200.0 | 0.0 | 127.0 | 57.5 | 0.0 |
| AGOSTO | 184.3 | 136.9 | 47.3 | 200.0 | 0.0 | 136.9 | 47.3 | 0.0 |
| | 3072.2 | 1692.1 | | | | | 1180.0 | 0.0 |

Cuadro N° 05-CL
Balance Hídrico Climático en la Estación Francisco de Orellana

| MES | PP | ETP | PP-ETP | R | AR | ETR | EXCESO | DEFICIT |
|-----------|--------|--------|--------|-------|------|-------|--------|---------|
| SETIEMBRE | 204.5 | 138.6 | 65.2 | 65.2 | 65.2 | 131.9 | 0.0 | 0.0 |
| OCTUBRE | 228.6 | 150.8 | 92.7 | 157.9 | 92.7 | 145.7 | 0.0 | 0.0 |
| NOVIEMBRE | 267.7 | 149.4 | 103.5 | 200.0 | 42.1 | 144.1 | 61.3 | 0.0 |
| DICIEMBRE | 291.4 | 149.8 | 134.4 | 200.0 | 0.0 | 146.4 | 134.4 | 0.0 |
| ENERO | 265.7 | 146.7 | 179.1 | 200.0 | 0.0 | 143.0 | 179.1 | 0.0 |
| FEBRERO | 242.4 | 131.4 | 141.4 | 200.0 | 0.0 | 128.7 | 141.4 | 0.0 |
| MARZO | 308.2 | 143.3 | 185.1 | 200.0 | 0.0 | 136.2 | 185.1 | 0.0 |
| ABRIL | 310.9 | 133.4 | 204.1 | 200.0 | 0.0 | 127.8 | 204.1 | 0.0 |
| MAYO | 269.3 | 130.1 | 151.7 | 200.0 | 0.0 | 124.6 | 151.7 | 0.0 |
| JUNIO | 222.8 | 119.0 | 101.3 | 200.0 | 0.0 | 112.9 | 101.3 | 0.0 |
| JULIO | 165.1 | 121.6 | 45.3 | 200.0 | 0.0 | 115.2 | 45.3 | 0.0 |
| AGOSTO | 176.2 | 131.9 | 28.3 | 200.0 | 0.0 | 125.7 | 28.3 | 0.0 |
| | 2953.0 | 1645.8 | | | | | 1232.3 | 0.0 |

Gráfico N° 06-CL
Balance Hídrico de las Estaciones Meteorológicas



5) Clasificación Climática

Los resultados de la clasificación climática fueron obtenidos a través del método de Thornthwaite, de acuerdo con el cual la zona de estudio está comprendida en dos tipos de clima muy pocos diferenciadas: el primero es bosque ligeramente húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano, siendo la concentración de lluvias en el verano homogénea, en comparación con otras estaciones astronómicas (B1A'ra') ubicadas en la parte Este y central. Asimismo, en el resto de la zona de estudio predomina el bosque moderadamente húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano (B2A'ra'). Ver **Plano MA-0806**.

Cuadro N° 06-CL
Clasificación Climática Según el Método de Thortwaite

Estación: CO-Mazan

| Índice de Humedad (%) | Índice de Aridez | Im = | provincia humedad | Sub tipos de Humedad | Concentración termica verano (%) | Provincias termica (cm) |
|-----------------------|------------------|------|-------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 33.3 | 0 | 33.3 | B1 | 0.0 | r | 26.6 |

Estación: PLU-Maniti

| Índice de Humedad (%) | Índice de Aridez | Im = | provincia humedad | Sub tipos de Humedad | Concentración termica verano (%) | Provincias termica (cm) |
|-----------------------|------------------|------|-------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 38.4 | 0 | 38.4 | B1 | 0.0 | r | 169.2 |

Estación: PLU-Orellana

| Índice de Humedad (%) | Índice de Aridez | Im = | provincia humedad | Sub tipos de Humedad | Concentración termica verano (%) | Provincias termica (cm) |
|-----------------------|------------------|------|-------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 40.9 | 0 | 40.9 | B2 | 0.0 | r | 158.2 |

Cuadro N° 07-CL
Resumen de los Tipos de Climas en la Zona de Estudio – Según Thorntwaite

| ESTACION | LATITUD | LONGITUD | PRECIPITACION ANNUAL (mm) | TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C) | HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL (%) | OSCILACION TERMICA (°C) | TIPO DE CLIMA |
|--------------|------------|------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------|
| CO - MAZAN | 03°29'06"S | 73°04'47"W | 2868.2 | 26.9 | 92 | 9.7 | B1A'a'r |
| PLU-MANITI | 03°32'01"S | 72°52'01"W | 3072.2 | 26.8 | | | B1A'a'r |
| PLU-ORELLANA | 03°25'25"S | 72°45'41"W | 2953.0 | 26.6 | | | B2A'a'r |

- **Tipo climático B2 r A' a'**

Este tipo climático presenta como característica predominante el tipo "moderadamente húmedo, con ningún déficit, con gran exceso en verano, cálido". Este tipo climático se presenta en la zona Este. Los centros poblados que abarca este tipo de clima son: Lago Yuracyacu, Chispa de oro, Santa Rosa, Isla Tamanco, Santa Lucia, Yarina Isla, 1 de enero, Llachapa, Juventud Yarina, San Juan de Foresta, San Pedro de Mangua, Centro Unido, Juancho Playa, Mangua, Nunez cocha, Atun cocha, Nuevo Progreso, Francia, Canada, Orellana, Maniti y Santa Elena. Ver **Plano MA-0806**.

- **Tipo climático B1 r A' a'**

Presenta como característica predominante el tipo "ligeramente húmedo, con déficit pequeño o ninguno, con gran exceso en verano, cálido", Comprende a los centros poblados de 28 de Octubre, Bagazan, San Antonio de Mirano, 200 millas, Israel, Petronila Isla, Unión Paraíso, Pucallpa, San Pedro de Maniti, Santa Teresa y las ciudades de Mazan e Indiana. Ver **Plano MA-0806**.

6.2.2 Ecología

6.2.2.1 Generalidades

La zonificación de las formaciones ecológicas dentro del ámbito de estudio, tienen como objeto mostrar espacios con características similares, entre los que se destacan los parámetros: la temperatura, precipitación, evapotranspiración, y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios.

Al respecto, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) ha publicado el Mapa Ecológico del Perú y su Guía Explicativa en 1,976, el cual ha sido reimpresso por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) en 1,994.

Asimismo, la ONERN desarrolló Mapas de Escurrimiento Superficial basados en las formaciones ecológicas o zonas de vida. En base a estas informaciones y con la verificación de campo, se han hechos reajustes, determinando con bastante precisión un Mapa que refleja las Zonas de Vida o Formaciones Ecológicas del ámbito de estudio.

6.2.2.2 Zonas de Vida

Las Zonas de Vida (según el Dr. Leslie Holdridge) ver **Figura N° 01-ZV**, son basados en las estrechas inter-relaciones entre los parámetros bioclimáticos de temperatura mensual y anual, precipitación, humedad y evapotranspiración, los pisos altitudinales y las regiones latitudinales, y ofrecen otra posibilidad de relacionar las características físicas e hidro-climatológicas que se encuentran dentro de una cuenca hidrográfica y un área de interés.

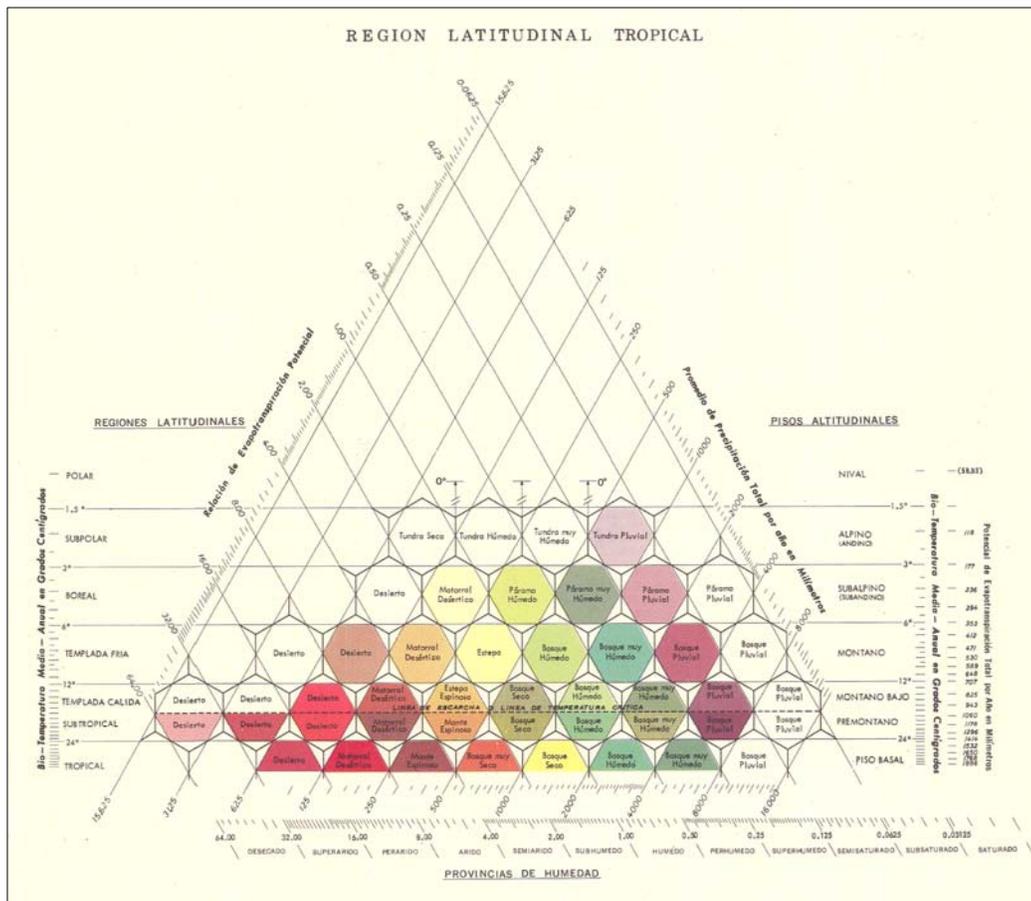


Figura N° 01-ZV: Diagrama Bioclimático de Zonas de Vida según Holdridge.

De acuerdo al Sistema de Clasificación propuesto por el Dr. Leslie Holdridge, se han determinado tres (03) Zonas de Vida, ver **Plano MA-0807**, llamadas también Formaciones Ecológicas, en el **Cuadro N° 01-ZV** se presentan las características climáticas de las formaciones ecológicas.

Cuadro N° 01-ZV
Características Climáticas de las Zonas de Vida

| Símbolo | Zona de Vida | Altitud (msnm) | T (°C) | P (mm) | ETP (mm) |
|----------------|--|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| bh – T | Bosque Húmedo – Tropical | 90 – 150 | 24 - 32 | 2000 – 4000 | 1414 - 1886 |
| bh–T | Bosque Húmedo-Tropical Transicional a Bosque Muy Húmedo-Tropical | 90 – 150 | 24 – 28 | 2000 – 4000 | 1750 – 1900 |
| bmh - PT | Bosque Muy Húmedo – Premontano Tropical | 200 – 400 | 18 – 24 | 2000 – 4000 | 1096 – 1188 |

T = Temperatura; P = Precipitación; ETP = Evapotranspiración Potencial.

Fuente: Mapa Ecológico del Perú y Guía Explicativa. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 1,994.

1) **Bosque Húmedo - Tropical (bh-T)**

Esta zona de vida se encuentra entre los 97 m.s.n.m. y 149 m.s.n.m., la biotemperatura media anual máxima es de 25.7 °C y la media anual mínima es de 23.2 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 3420 mm y el promedio mínimo es 1916 mm. El promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 1414 y 1886 mm, se ubica en la provincia de humedad: Subhúmedo.

2) **Bosque Húmedo - Tropical Transicional a Bosque Muy Húmedo - Tropical (bh-T)**

Esta zona de vida se encuentra entre los 94 m.s.n.m. y 181 m.s.n.m., la biotemperatura media anual máxima es de 26.5 °C y la media anual mínima es de 25.5 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 3800 mm y el promedio mínimo es 3500 mm. El promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 1750 y 1900 mm, se ubica en la provincia de humedad: Subhúmedo.

3) Bosque Muy Húmedo - Premontano Tropical (bmh-PT)

Esta zona de vida se encuentra entre 92 m.s.n.m. y 140 m.s.n.m., la biotemperatura media anual máxima es de 25.6 °C y la media anual mínima es de 18.5 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 4376 mm y el promedio mínimo es 2193 mm. El promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 1097 y 2188 mm, se ubica en la provincia de humedad: Perhúmedo.

6.2.3 Hidrología

6.2.3.1 Estudios Anteriores

Con el fin de conocer el estado actual de la disponibilidad de los recursos hídricos se recopiló, revisó y documentó varios estudios anteriores.

Los temas de mayor interés referentes a los estudios anteriores, que son relevantes para las presentes investigaciones, comprenden: la historia de operación de la red hidrometeorológica; las fuentes y disponibilidad de datos e información hidrológica; el análisis y interpretación de los datos históricos observados y el comportamiento, temporal y espacial de los regímenes hidroclimatológicos prevaecientes sobre las áreas de interés.

Un listado de los siguientes documentos presenta el estado de las respectivas investigaciones llevados a cabo hasta la fecha.

- Central Hidroeléctrica Napo-Mazan, Estudio de Prefactibilidad, Dirección Regional de Energía y Minas, 2002. (Volumen I, Capítulo 9.3 Estudio Hidrológico).
- Estudio Binacional de Navegabilidad del Río Napo (Ecuador-Perú), Serman/CSI Ing./BID, Octubre 2010. (Vol. III Estudio de la Hidráulica Fluvial, Vol. V Investigación de Campo).

- Los numerosos informes del programa HIBAM - Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica, Institut de recherche pour le Developpement (IRD Francia) y las entidades contrapartes SENAMHI (Perú) y INAMHI (Ecuador), 2001-2012.
- Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional, Vol. 1-18. Misión Alemana, Consorcio Lahmeyer-Saltzgitter (MEM), 1977-1979.
- Plan Maestro de Electrificación del Ecuador, Lahmeyer International (INECEL), 1980-1982.

6.2.3.2 Sistema Hidrográfico de la Cuenca

a) Río Napo y las Sub-cuencas del Ecuador

La cuenca del río Napo se extiende desde las alturas de la cordillera de los Andes en la República del Ecuador hasta la desembocadura del río Amazonas, a 80 km aguas abajo de la ciudad de Iquitos. Los dos brazos principales, que comprenden el mismo río Napo y su afluente principal del río Coca, recogen las aguas de los deshielos de los cerros nevados Cotopaxi, Antisana, y Cayambe, sus respectivas cumbres alcanzan los 5000 m.s.n.m.

La cuenca se divide en el Alto Napo, envolviendo las zonas andinas y sub-andinas, y el Bajo Napo que representa la zona de llanura amazónica.

El punto de divisora está conocido por la desembocadura del río Coca con el Napo en las cercanías del Puerto Francisco de Orellana ubicado en 250 m.s.n.m.

La parte superior va desde su nacimiento hasta que recibe el aporte de las aguas del río Coca, caracterizándose por tener un lecho de piedra y un fuerte torrente con remolinos y turbulencias. La cuenca superior de Alto Napo, junta con el afluente Coca, abarca un área de 17,645 km², que representa unos 65% de la cuenca hasta la frontera con el Perú en la población Nueva Rocafuerte, elevación 170 m.s.n.m.

La parte media continúa hasta la afluencia del río Aguarico en Cabo Pantoja, cerca del límite territorial. Este tramo tiene características diferentes, mostrando orillas bajas y un lecho de arena y barro inestable. La longitud de los respectivos tramos ecuatorianos alcanza aproximadamente 210 y 280 km.

El área contributivo ecuatoriano total es de 59,500 km² consiste en tres unidades hidrográficas independientes, siendo las cuencas de los ríos: Napo, Aguarico, y Curaray junto con el río Nashiño. La proporción superficial de las respectivas cuencas es de 51%, 21% y 28%.

El **río Aguarico** representa el afluente principal por la izquierda que nace en las estribaciones de la cadena oriental de los andes. El punto más alto es el volcán Cayambe a 5,800 m.s.n.m., que representa la división entre las cuencas Napo, Aguarico y Esmeraldas (vertiente del Pacífico).

El río corre de Oeste a Este hasta recibir al Lagarto Cacha y desde este punto, cambia su curso tomando dirección de Norte a Sur a lo largo de la frontera hasta encontrarse con el Napo cercana Cabo Pantoja en la cota 165 m.s.n.m. En su trayectoria presentan varias islas siendo su curso sumamente sinuoso.

El **río Curaray** que nace en las alturas divisores entre el Napo y Pastaza, llegar a ser el principal tributario del río Napo por la margen derecha. La cuenca de este río abarca al Ecuador y al Perú, quedando para el segundo la porción baja y navegable del río. Es un río encajonado y profundo de gran longitud 750 km. Su lecho es de piedras desde su formación hasta la desembocadura del río Villano y luego es de arena. Su ancho en la boca es de 300 metros, disminuyendo luego paulatinamente, hasta llegar a 100 metros a la altura del río Cononaco que entra en el punto de frontera. El área de drenaje ecuatoriana de la cuenca Curaray, junto con la sub-cuenca del río Nashiño es de 16,880 km².

b) Río Napo y las Sub-cuencas del Perú

En su cuenca baja el río Napo es íntegramente peruano entre su desembocadura en el Amazonas y la desembocadura del río Aguarico. A partir de este punto aguas arriba, el río forma límite con el Ecuador hasta Nueva Rocafuerte, abarcando una longitud aproximada de 575 km en territorio peruano. El área de drenaje total peruano es 41,842 km². Ver **Plano MA-0808**.

Un diagrama del sistema fluvial del río Napo desde de la frontera del Ecuador hasta la confluencia con el río Amazonas, indicando los tributarios principales y la ubicación relativa de las estaciones se muestra en la **Figura N° 01-RH**.

El Bajo Napo es un río ancho y explayado, con lecho de arena, canal variable y gran cantidad de islas y playas, que se notan más en época de vaciante, especialmente aguas arriba de la boca del río Curaray. El Bajo Napo en territorio peruano, tiene un ancho que va aumentando hacia su desembocadura, variando de 1,000 a 2,000 metros, llegando a tener en su desembocadura hasta 3,000 metros. La velocidad de la corriente varía de 1.5 a 3 nudos y la sección del río cambia con frecuencia en varios tramos.

En tiempo de fuertes lluvias, este río arrastra gran cantidad de productos en descomposición de los terrenos de cabecera, esta especie de lodo forma bancos y da lugar a un cambio continuo del cauce del río. Las márgenes por las cuales discurre son bajas e inundables en tiempo de crecientes extraordinarias.

El río inicia su creciente en el mes de Febrero, aumentando lentamente el nivel de sus aguas, alcanzando su máximo nivel entre los meses de Mayo, Julio y aún Agosto. El descenso del nivel de agua se inicia en Setiembre y alcanza los valores mínimas de caudal en el mes Febrero. La época de creciente y vaciante del río Napo corresponde también a sus afluentes. El río se acerca al Amazonas 80 km antes de su desembocadura a la altura del distrito de Mazán, hasta una distancia de 4 km desde donde vuelve a virar el noreste y desarrollando un arco, se dirige hasta su desembocadura en el Amazonas.

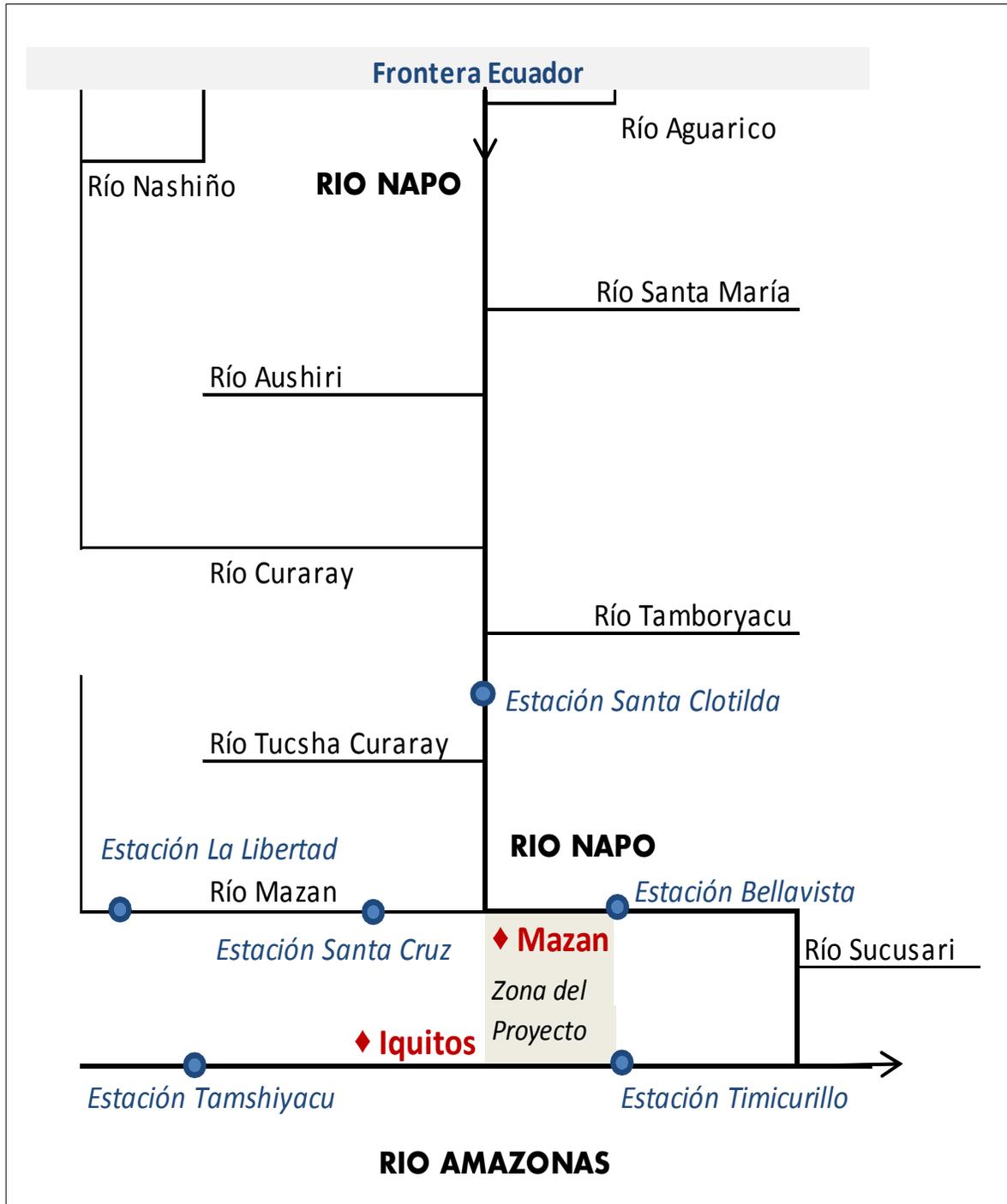


Figura N° 01-RH: Diagrama fluvial de río Napo.

Las afluentes principales comprenden los ríos, de la margen derecha son: Aushiri, Curaray, Tucsha-Curaray y Mazán; y de la margen izquierda son: Santa María, Tamboryacu, y Sucusari.

c) Río Amazonas

El río Amazonas se forma de la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali; y se interna en el Brasil para desembocar en el Océano Atlántico, envolviendo un área de drenaje de 6,100,000 km². Su longitud total es de 6,300 km, de los cuales 3,400 km, pertenecen al Perú. En su formación, el ancho del río Amazonas es de 4,000 m. variando en el Perú entre 2,000 y 5,000 metros.

Debido a la inmensa área de drenaje y un alto aporte de precipitaciones medias anuales de 2460 mm, el río Amazonas está considerado como el más caudaloso del mundo, llegando a ser el transporte de agua en su desembocadura de 200,000 m³/s en promedio y más de 300,000 m³/s en la época de creciente, y una descarga sólida media anual de 600 millones de toneladas. El régimen del río se caracteriza por que la época de creciente ocurre entre los meses de Noviembre y Mayo, alcanzando la máxima creciente en Abril y Mayo. La vaciante se presenta desde la segunda quincena del mes de Mayo hasta Setiembre, con la máxima vaciante en Agosto y Setiembre.

En el territorio peruano, el río tiene su nacimiento en la Cordillera de Chilca donde recibe el nombre de Apurímac para luego formar el Ucayali después de la confluencia con el río Urubamba. Posteriormente toma las aguas del Marañón, el mismo que va recogiendo en su margen izquierda las aguas del Huallaga, Chinchipe, Santiago, Morona, Pastaza, Tigre y Napo. Los últimos nombrados afluentes tienen su nacimiento en el Ecuador.

Hasta la zona del proyecto en las cercanías de Iquitos, el río tiene una longitud de 2,900 km, definido sobre los afluentes Apurímac y Ucayali, y un área de drenaje de 500,000 km² aproximadamente.

6.2.3.3 Aspectos Fisiográficos

Los parámetros fisiográficos de más interés para la presente aplicación son aquellos relacionado con la elevación, cota o nivel del río, longitud de los causes del río y las áreas de drenaje de las sub-cuencas.

Conforme con eso en el **Cuadro N° 01-RH** se presentan los parámetros de longitud progresiva desde la confluencia, o desembocadura, con la cero escala o cota absoluto, y pendiente para los tramos parciales a lo largo del río Napo hasta la frontera ecuatoriana, y con extensión hasta el Puerto Napo ubicado en las medianas del tramo Alto. El perfil longitudinal correspondiente se observa en la **Figura N° 02-RH**.

Cuadro N° 01-RH
Parámetros de Longitud, Elevación (cota) y Pendiente del Río Napo

| Estación (localidad) | Progresiva km | Cero escala m.s.n.m. | Pendiente m/km |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Confluencia Amazonas | 0 | 75.40 | |
| Francia | 6.58 | 75.91 | 0.078 |
| Mazán (Bellavista) | 79.76 | 82.38 | 0.088 |
| Bellavista | 195.5 | 98.54 | 0.140 |
| Santa Clotilde | 256.2 | 105.82 | 0.120 |
| Campo Serio | 421.3 | 136.44 | 0.185 |
| Cabo Pantoja | 546.8 | 163.85 | 0.218 |
| Nuevo Rocafuerte | 574.1 | 169.01 | 0.189 |
| Panacocha | 673 | 200.44 | 0.318 |
| Itaya | 731 | 222.25 | 0.376 |
| Francisco de Orellana | 782 | 241.26 | 0.373 |
| Huino | 815 | 260.0 | 0.568 |
| Puerto Murialdo | 845 | 291.0 | 1.033 |
| La Punta | 890 | 358.0 | 1.489 |
| Puerto Napo | 927 | 427.0 | 1.865 |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

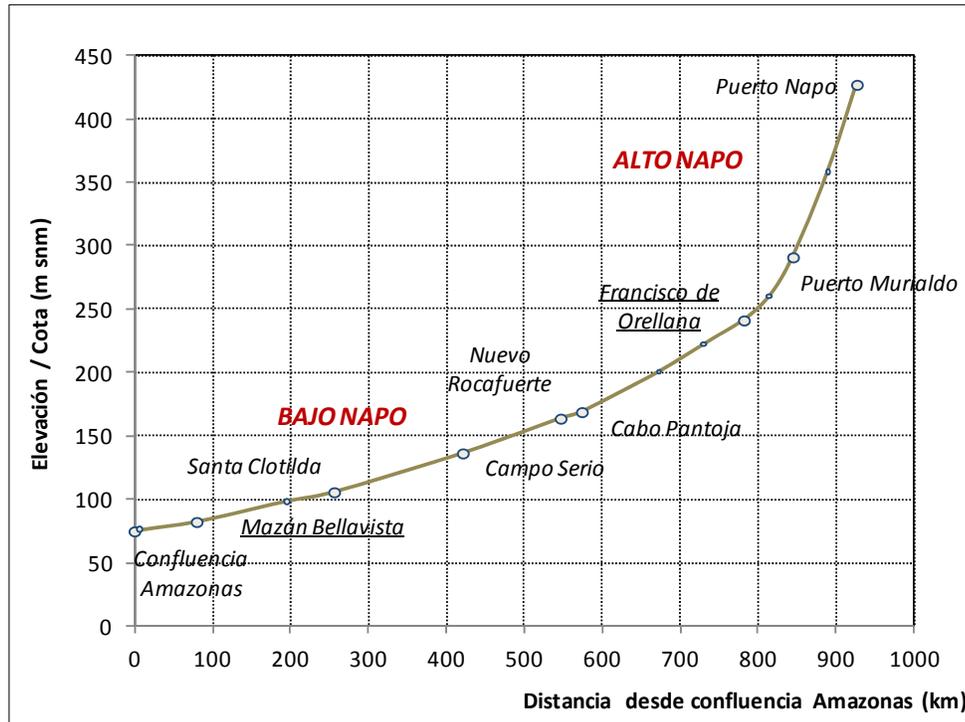


Figura N° 02-RH: Perfil Longitudinal del Río Napo.

Se aprecian pendientes suaves en el tramo Bajo hasta Francisco de Orellana y el notable aumento de pendiente en el tramo Alto. Hasta la desembocadura del río Aguarico (Cabo Pantoja), la pendiente media del tramo peruano es de 16 cm por kilómetro (o 0.0162%) mientras en la zona de proyecto en las cercanías de Mazán (y la estación Bellavista) la pendiente del río alcanza solamente 8.8 cm por kilómetro.

En el **Cuadro N° 02-RH** se presenta un resumen de las áreas de cada sub-cuenca principal. La definición y división de los ríos y sub-cuencas ecuatorianos conformen con el SIG desarrollado para aplicaciones agropecuarias en el ordenamiento de territorio (Universidad de Azuay), mientras que la definición de la cuenca peruana conforme con las unidades hidrográficas establecidas por la Autoridad Nacional de Agua (ANA).

Cuadro N° 02-RH
Áreas de las Sub-Cuencas del Río Napo

| Sub-Cuenca | Área Drenaje | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Incremental km ² | Total km ² |
| Napo superior | 12345 | 12345 |
| Coca | 5300 | 17645 |
| Napo mediana | 12779 | 30424 |
| Aguarico | 12271 | 42695 |
| Curaray | 16879 | 59573 |
| Total Ecuador | | 59573 |
| Curaray | 9997 | 69571 |
| Tamborayacu | 4757 | 74327 |
| Tacsha Curaray | 2730 | 77057 |
| Napo incremental arriba | 15403 | 92460 |
| Mazán | 6928 | 99388 |
| Napo incremental abajo | 2027 | 101415 |
| Total Perú | | 41842 |
| Total Cuenca | | 101415 |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

Debería mencionar que entre los varios estudios y fuentes de referencia se encuentra diferencias entre las respectivas áreas de las sub-cuencas peruanas, debido a la dificultad a definir exactamente los divisores topográficos. Para la presente aplicación se considera que el balance de áreas es suficientemente representativo.

En el sitio de proyecto donde se ubican las obras de derivación sobre la confluencia con el río Mazán el área de cuenca determinada es 99,388 km². El balance de áreas de las sub-cuencas (afluentes principales) desde la fuente hasta la desembocadura se muestra en la **Figura N° 03-RH**.

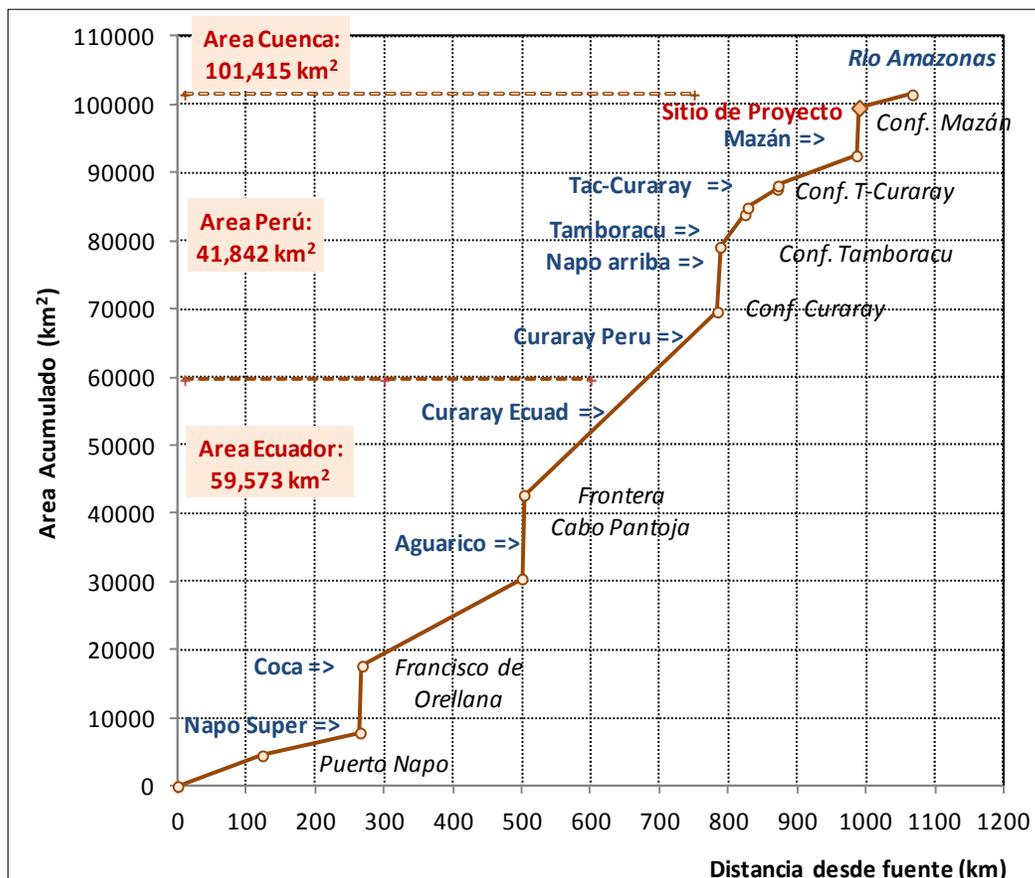


Figura N° 03-RH: Balance de las Áreas de las Sub-cuencas.

6.2.3.4 Análisis de Precipitación

Se recopiló datos de precipitación de varias fuentes, entre los cuales: las estadísticas mensuales y anuales de estaciones ubicados en el Ecuador, las series mensuales referenciados en el estudio de pre-factibilidad (2002), y nuevos datos proporcionados por SENAMHI para el presente estudio. Los datos proporcionados por SENAMHI comprenden precipitación diaria registrado sobre el periodo completo 1992 – 2011 en las estaciones CP Mazán y Santa Clotilde, ubicados muy cerca de la zona del proyecto. El Inventario de estaciones con sus características de ubicación y promedios anuales para los periodos de registro históricos se presentan en el **Cuadro N° 03-RH**.

Cuadro N° 03-RH
Inventario de Estaciones y Registros Pluviométricas

| Estación | Cuenca | Latitud | Long. | Elev. msnm | PA mm | Periodo observación | Distancia desde | |
|---------------------|----------|---------|---------|---------------|----------|------------------------|-----------------|----|
| | | S | W | | | | Mazán | km |
| CP Mazán | Napo | 03°29' | 73°05' | 95 | 2869 | 1992-2012 | 0 | |
| Franc. de Orellana | Napo | 03°24' | 72° 47' | 85 | 2850 | 1963-1996 | 36 | |
| Iquitos | Amazonas | 03°45' | 73° 15' | 126 | 2828 | 1947-1995 | 36 | |
| Sta. María de Nanay | Amazonas | 03°53' | 73° 33' | 120 | 2703 | 1963-1990 | 65 | |
| Santa Clotilde | Napo | 02° 29' | 73° 41' | 115 | 2684 | 1992-2012 | 129 | |
| Curaray | Napo | 02°22' | 74° 07' | 129 | 3245 | 1963-1984 | 167 | |
| Sargento Lores | Amazonas | 03°45' | 73° 42' | 344 | 3032 | 1963-1982 | 172 | |
| Puerto Arturo | Putumayo | 01°48' | 73° 19' | 260 | 3418 | 1963-1985 | 185 | |
| San Roque | Ucayali | 05°51' | 74° 40' | 132 | 3029 | 1983-1993 | 309 | |
| Puerto Alegre | Ucayali | 06°55' | 75° 09' | 142 | 3559 | 1983-1993 | 442 | |
| Nuevo Rocafuerte | Napo-Ec. | 00°55' | 75° 24' | 180 | 3190 | 1976-2005 | 383 | |
| Puerto Napo | Napo-Ec. | 01°03' | 77° 47' | 410 | 3928 | 1943-1978 | 567 | |
| Tena | Napo-Ec. | 01°00' | 77° 49' | 495 | 4686 | 1943-1979 | 594 | |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

Mirando los valores anuales se nota una ligera variación espacial de la precipitación anual debajo de los 3000 mm en la zona baja, en las alturas del proyecto, y un aumento alcanzando los 3000 mm y más en las estaciones situadas más adentro de la cuenca.

La variación real de la precipitación por altura, ascendiendo el valle del río Napo sobre los 600 km lineales (o 930 km por el tramo del río) desde la desembocadura hasta el Puerto Napo, se muestra en la **Figura N° 04-RH**.

La variación mensual de la precipitación en las tres estaciones Mazán, Santa Clotilde y Iquitos se muestra en el **Cuadro N° 04-RH** y en la **Figura N° 05-RH**.

Como es de apreciar, los perfiles mensuales similares indican una ligera variación con un periodo de menos precipitación en los meses Junio a Setiembre y de más precipitación entre Diciembre y Mayo. En la estación Mazán se ha registrado una precipitación consistentemente más alta en casi todos los años en los meses Marzo y Diciembre.

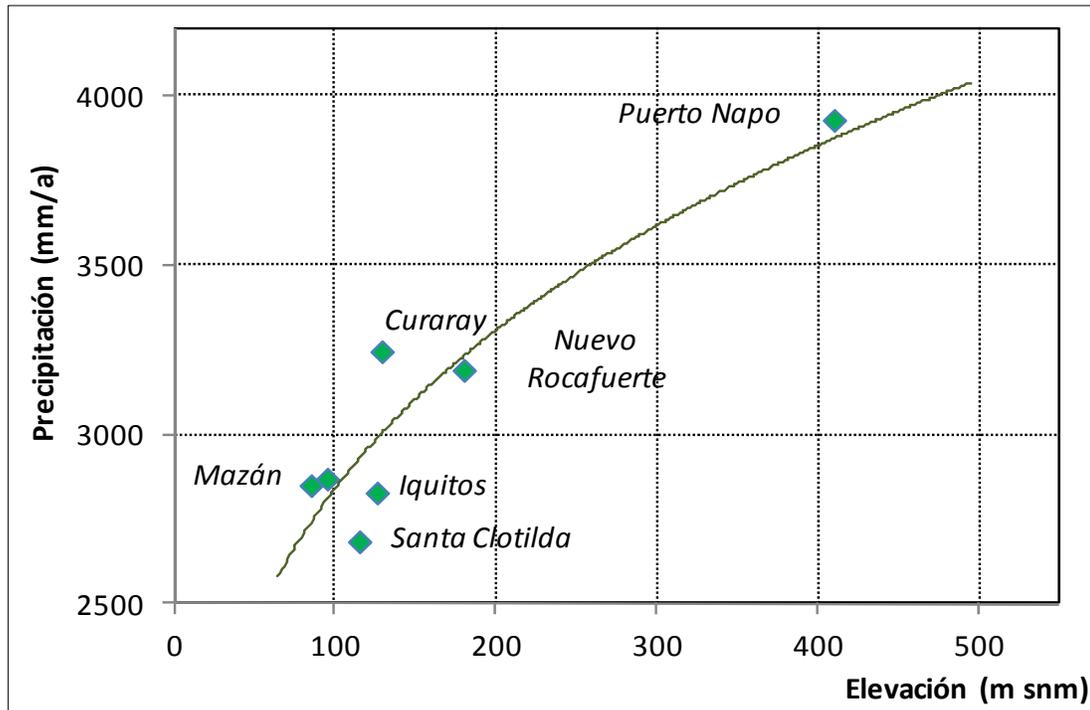


Figura N° 04-RH: Variación de Precipitación con la Elevación.

Cuadro N° 04-RH
Distribución Mensual de la Precipitación

| Mes | Mazán | | | Santa Clotilde | | | Iquitos | | |
|-------------|---------|-------|-------|----------------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | Prom | Máx | Mín | Prom | Máx | Mín | Prom | Máx | Mín |
| Enero | 253.7 | 393.1 | 97.8 | 240.5 | 490.0 | 31.0 | 259.7 | 546.7 | 108.6 |
| Febrero | 239.2 | 387.2 | 110.4 | 226.4 | 499.5 | 85.4 | 243.7 | 476.9 | 117.2 |
| Marzo | 351.0 | 516.8 | 163.0 | 283.8 | 631.4 | 136.7 | 272.9 | 655.9 | 154.9 |
| Abril | 297.7 | 515.3 | 146.7 | 284.4 | 460.0 | 165.0 | 265.0 | 477.0 | 117.7 |
| Mayo | 267.4 | 543.0 | 119.5 | 268.1 | 459.0 | 110.6 | 248.3 | 444.2 | 120.5 |
| Junio | 174.6 | 386.0 | 59.7 | 215.5 | 456.0 | 77.0 | 213.5 | 535.0 | 105.1 |
| Julio | 168.7 | 302.6 | 44.6 | 174.4 | 365.5 | 73.0 | 201.9 | 410.7 | 48.7 |
| Agosto | 159.4 | 337.6 | 35.2 | 184.1 | 410.0 | 26.0 | 195.6 | 444.6 | 64.0 |
| Setiembre | 167.6 | 266.9 | 69.3 | 177.7 | 388.0 | 15.0 | 201.8 | 321.7 | 104.6 |
| Octubre | 209.8 | 368.5 | 89.4 | 159.0 | 363.0 | 70.9 | 235.3 | 523.5 | 99.3 |
| Noviembre | 252.2 | 387.5 | 144.8 | 225.2 | 353.0 | 101.0 | 241.0 | 426.4 | 131.7 |
| Diciembre | 328.1 | 501.3 | 169.1 | 244.7 | 430.8 | 83.4 | 250.0 | 439.0 | 159.1 |
| Total anual | 2869 mm | | | 2684 mm | | | 2829 mm | | |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

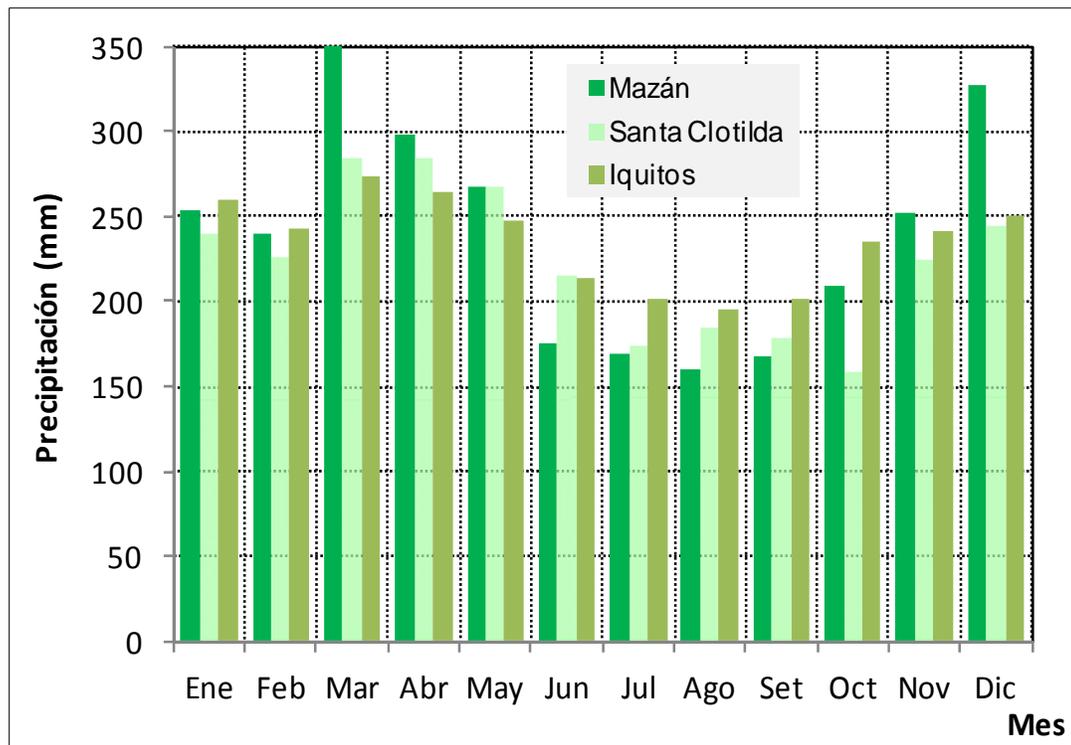


Figura N° 05-RH: Perfiles mensuales de precipitación.

En cuanto a la variación anual de la precipitación sobre el periodo común dentro los últimos 20 años en las estaciones meteorológicas de Mazán y Santa Clotilde, en la **Figura N° 06-RH**, se nota una buena coincidencia solamente en los años 1998 hasta 2004.

En el **Cuadro N° 05-RH** se muestra la frecuencia y probabilidad del número de días con precipitación registrada en la estación Mazán para meses calendarios. La variabilidad mensual muestra una tendencia similar al perfil de precipitación mensual (**Figura N° 05-RH**) con una probabilidad de 50% o más en los meses Febrero a Abril y 33% en Setiembre. En promedio la frecuencia de ocurrencia de un evento de precipitación es de 2.3 días.

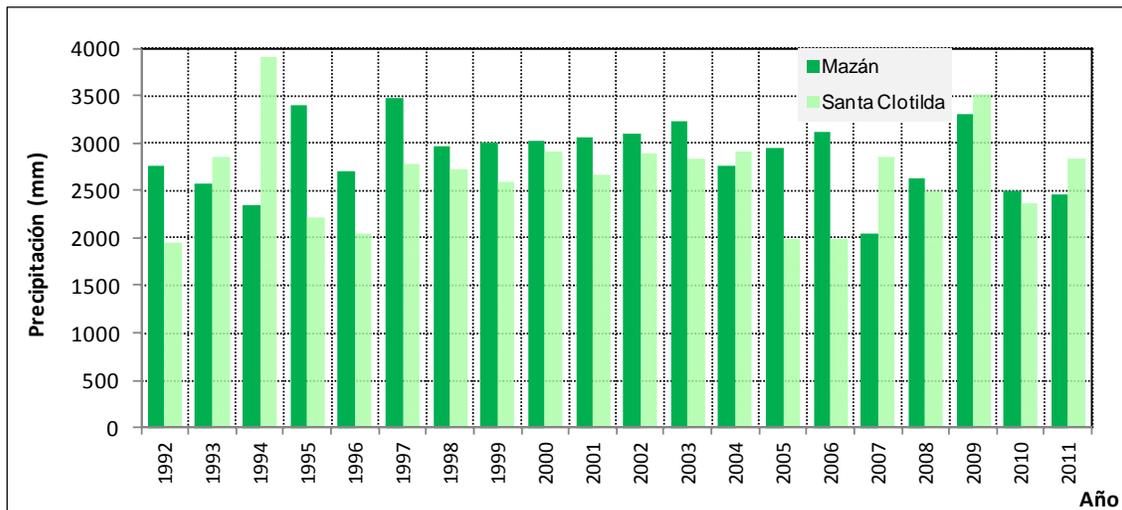


Figura N° 06-RH: Variación de la precipitación anual.

Cuadro N° 05-RH
Frecuencia y Probabilidad de días con Precipitación, Estación Mazán

| Mes | # Días con Precipitación | | | Probabilidad %/m | Máx- diaria mm |
|-------------|--------------------------|------|-----|---------------------|----------------------|
| | Promedio | Máx | Mín | | |
| Enero | 15 | 22 | 8 | 48.4 | 81.6 |
| Febrero | 14 | 22 | 8 | 50.0 | 100.1 |
| Marzo | 16 | 21 | 11 | 51.6 | 114.0 |
| Abril | 15 | 20 | 9 | 50.0 | 120.3 |
| Mayo | 14 | 21 | 8 | 45.2 | 98.2 |
| Junio | 13 | 24 | 8 | 43.3 | 92.7 |
| Julio | 12 | 21 | 5 | 38.7 | 127.0 |
| Agosto | 11 | 31 | 5 | 35.5 | 113.6 |
| Setiembre | 10 | 17 | 3 | 33.3 | 139.4 |
| Octubre | 12 | 19 | 6 | 38.7 | 109.5 |
| Noviembre | 13 | 18 | 7 | 43.3 | 110.6 |
| Diciembre | 16 | 22 | 12 | 51.6 | 112.1 |
| Total anual | 161 | | | | 139.4 |
| Frecuencia | 2.3 | días | | | Máx |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

El Cuadro N° 06-RH muestra la precipitación que podría ocurrir sobre múltiples días en la estación Mazán, en promedio y para periodos de retorno de 10 y 20 años. Las últimas estadísticas podrían está de interés en cuanto a las condiciones pluviométricas estacionales de esperar en el sitio del proyecto durante la fase de construcción.

Cuadro N° 06-RH
Precipitación sobre Múltiples días, Estación Mazán

| Parámetro | Duración (días) | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Promedio | 97.9 | 135 | 150 | 167 | 210 | 242 | 305 | 367 | 427 | 488 |
| P10 | 123 | 177 | 198 | 221 | 280 | 312 | 390 | 450 | 523 | 593 |
| P20 | 134 | 195 | 219 | 244 | 310 | 343 | 426 | 486 | 564 | 638 |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

6.2.3.5 Análisis de Caudales

a) Curva de descarga estación Bellavista

Curvas de descarga, relacionando el caudal o flujo instantáneo con el nivel o espejo de agua para varias estaciones sobre el río Napo y en varias otras estaciones sobre la región amazónica, elaboradas y aplicados para los propósitos de generación de series de caudal y para estudios hidráulicos y hidrodinámicos, se encuentran publicados en los estudios de navegabilidad (BID 2010) y de HIBAM (2001-2012).

Para el propósito de la presente investigación, SENAMHI Iquitos nos proporcionó también la última curva de descarga calibrada y aplicada para generar los caudales diarios en la estación principal Bellavista sobre el río Napo.

Las curvas para la estación Bellavista elaborados por el estudio BID 2010, y por SENAMHI, se replican en la **Figura N° 07-RH**.

Dentro el programa HIBAM, que se inició en el año 2001, se ha llevados a cabo aforos frecuentemente con métodos modernos y sofisticados (ADCP con GPS) en varias estaciones en la zona con el fin de establecer y mantener actualizados las curvas de calibración. Los 11 aforos llevados a cabo en la estación Bellavista se replican en el **Cuadro N° 07-RH**.

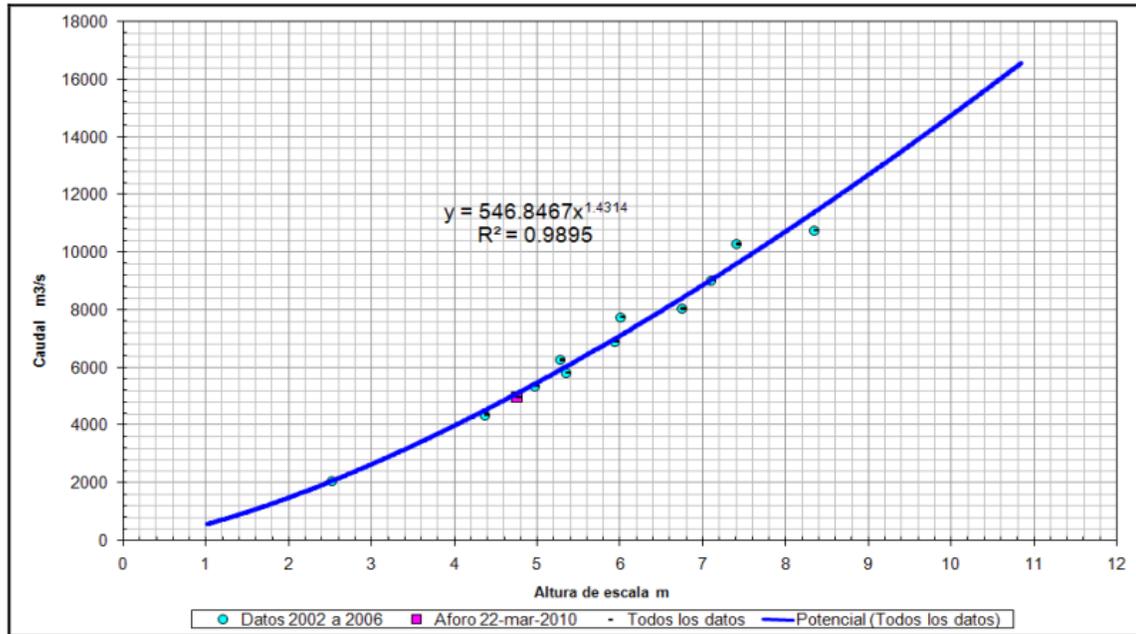


Figura N° 07-RH: Curvas de descarga, estación Bellavista.

Cuadro N° 07-RH
Aforos llevados a cabo en la Estación Bellavista (HIBAM)

| # | Año | Fecha | Caudal m ³ /s | Nivel cm |
|----|------|--------|--------------------------|----------|
| 1 | 2001 | 12-Ene | 5350 | 444 |
| 2 | 2002 | 10-May | 5838 | 462 |
| 3 | 2004 | 30-Oct | 4368 | 437 |
| 4 | 2006 | 16-Nov | 6212 | 528 |
| 5 | 2006 | 20-Nov | 7741 | 601 |
| 6 | 2007 | 01-Nov | 5923 | 543 |
| 7 | 2010 | 11-Jun | 7142 | 599 |
| 8 | 2010 | 03-Nov | 2896 | 293 |
| 9 | 2011 | 18-Mar | 4690 | 427 |
| 10 | 2011 | 20-Nov | 7272 | 580 |
| 11 | 1012 | 08-Feb | 5620 | 511 |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

Con el fin de verificación, se trasponen los valores aforados por HIBAM sobre la curva de descarga SENAMHI, como mostrado en la **Figura N° 08-RH**, observando que no existe ningún mal ajuste y confirmando así que la curva SENAMHI está adecuada para generar una serie de caudales de alta calidad.

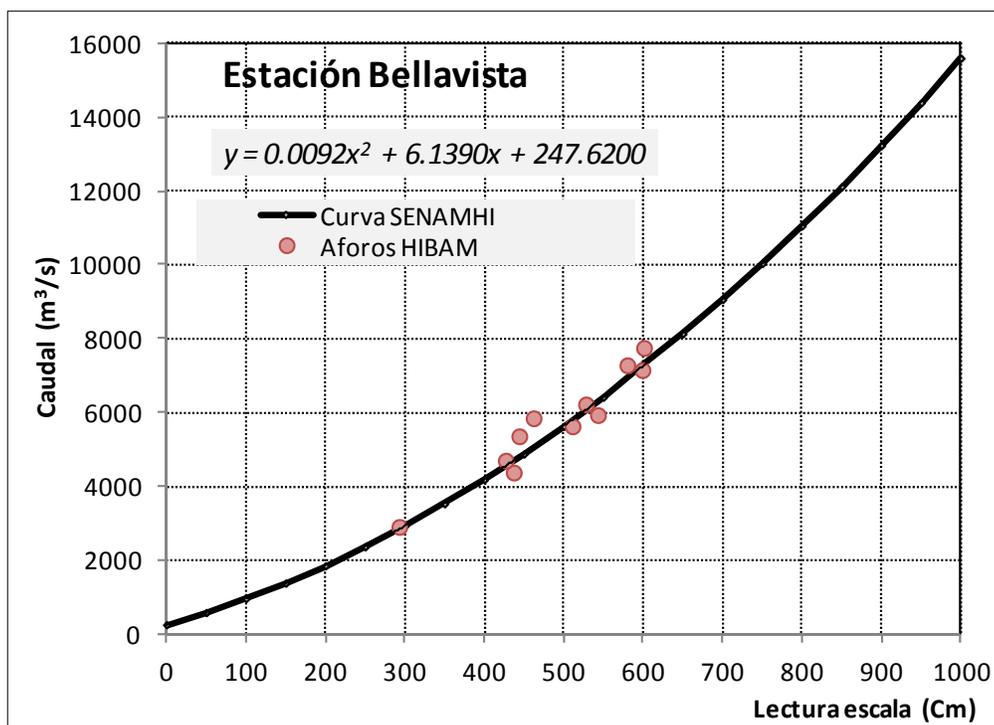


Figura N° 08-RH: Verificación de la curva de descarga estación Bellavista.

Se concluye en esta sección por el cálculo de la curva de descarga, en la **Figura N° 09-RH**, aplicando la misma ecuación usado por SENAMHI, con escalas en unidades de lecturas (m) y cotas absolutas (m.s.n.m.).

b) Estaciones de Referencia

Primeramente, con el fin de comparar y documentar las características y estadísticas del caudal en varios puntos o estaciones hidrométricas dentro de la cuenca del río Napo y alrededores, se recopiló la información de varias fuentes indicadas en el **Cuadro N° 08-RH**.

Los registros de los promedios mensual y anual de los caudales se presentan en el **Cuadro N° 09-RH**, y los gráficos correspondientes de los perfiles en la **Figura N° 10-RH**.

| Estación Bellavista | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| Curva con cota absoluto | | | |
| Cero escala: | | 82.992 m snm | |
| Ecuación (cm): | a (h ²) | b (h) | c |
| | 0.0092 | 6.139 | 247.62 |
| Cota Absoluto | Lectura Escala | | Caudal |
| H | h | h | Q |
| m snm | m | cm | m ³ /s |
| 82.992 | 0 | 0 | 248 |
| 83.0 | 0.008 | 0.8 | 253 |
| 83.5 | 0.508 | 50.8 | 583 |
| 84.0 | 1.008 | 100.8 | 960 |
| 84.5 | 1.508 | 150.8 | 1383 |
| 85.0 | 2.008 | 200.8 | 1851 |
| 85.5 | 2.508 | 250.8 | 2366 |
| 86.0 | 3.008 | 300.8 | 2927 |
| 86.5 | 3.508 | 350.8 | 3533 |
| 87.0 | 4.008 | 400.8 | 4186 |
| 87.5 | 4.508 | 450.8 | 4885 |
| 88.0 | 5.008 | 500.8 | 5629 |
| 88.5 | 5.508 | 550.8 | 6420 |
| 89.0 | 6.008 | 600.8 | 7257 |
| 89.5 | 6.508 | 650.8 | 8139 |
| 90.0 | 7.008 | 700.8 | 9068 |
| 90.5 | 7.508 | 750.8 | 10043 |
| 91.0 | 8.008 | 800.8 | 11064 |
| 91.5 | 8.508 | 850.8 | 12130 |
| 92.0 | 9.008 | 900.8 | 13243 |
| 92.5 | 9.508 | 950.8 | 14402 |
| 93.0 | 10.008 | 1000.8 | 15606 |

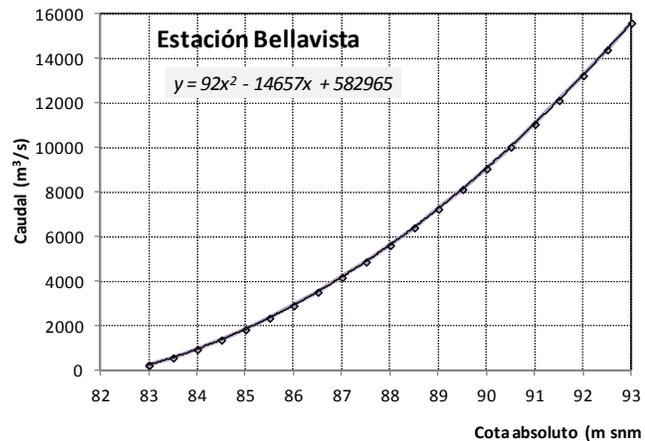
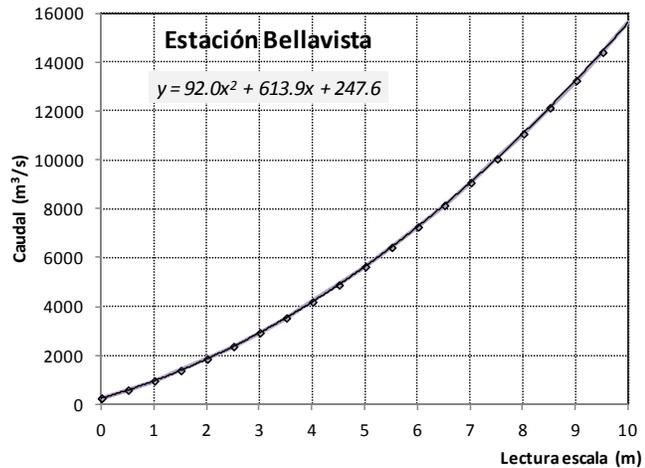


Figura N° 09-RH: Curva de descarga con escala de lectura v cota absoluto.

Cuadro N° 08-RH
Estaciones Hidrométricas de Referencia

| Estación | Río | Ubicación | | Elev. msnm | Área km ² | Caudal Promedio | | Periodo | F |
|----------------|----------|-------------|-------------|------------|----------------------|-------------------|---------------------|-----------|---|
| | | Lat. (S) | Long. (W) | | | m ³ /s | l/s-km ² | | |
| San Sebastián | Coca | 00° 20' 36" | 77° 00' 21" | 260.0 | 5270 | 344 | 65.2 | 2000-2005 | 1 |
| Fran. Orellana | Napo | 00° 27' 32" | 76° 59' 39" | 242.0 | 12343 | 1105 | 89.5 | 2001-2009 | 2 |
| N. Rocafuerte | Napo | 08° 55' 16" | 75° 23' 54" | 170.0 | 27387 | 2032 | 74.2 | 2001-2009 | 2 |
| Santa Clotilde | Napo | 02° 29' 20" | 73° 40' 33" | 105.8 | 85770 | 5895 | 68.7 | 2002-2011 | 0 |
| Bellavista | Napo | 03°29'00" | 73°04'23" | 83.4 | 99388 | 6461 | 65.0 | 2000-2011 | 0 |
| Tamshiyacu | Amazonas | 03°29'00" | 73°04'23" | 91.0 | 500000 | 30669 | 61.3 | / | 3 |

(F) fuente: 0=SENAMHI (2012) 1=HIBAM (EC-2005) 2=BID (2010) 3=HIBAM (PE-2011)

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazán. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

Cuadro N° 09-RH
Estadísticas Mensuales de los Caudales (m³/s), Estaciones de Referencia

| Mes | Ríos | | | | | |
|----------------------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|------------|------------|
| | Coca | Napo | Napo | Napo | Napo | Amazonas |
| | Estaciones | | | | | |
| | San Sebastián | Francisco Orellana | Nuevo Rocafuerte | Santa Clotilde | Bellavista | Tamshiyacu |
| Enero | 255 | 903 | 1581 | 5039 | 4828 | 32336 |
| Febrero | 265 | 968 | 1641 | 4730 | 4417 | 35428 |
| Marzo | 370 | 1055 | 1876 | 5183 | 5646 | 40486 |
| Abril | 365 | 1174 | 2247 | 6347 | 7566 | 44610 |
| Mayo | 420 | 1382 | 2685 | 7278 | 8785 | 44472 |
| Junio | 390 | 1452 | 2879 | 8123 | 9489 | 35129 |
| Julio | 370 | 1271 | 2501 | 7571 | 8964 | 26498 |
| Agosto | 355 | 1005 | 1828 | 5908 | 6428 | 18313 |
| Setiembre | 315 | 972 | 1669 | 5002 | 5177 | 15962 |
| Octubre | 325 | 964 | 1694 | 4795 | 4933 | 19184 |
| Noviembre | 348 | 1023 | 1830 | 5375 | 5524 | 25621 |
| Diciembre | 340 | 1086 | 1935 | 5326 | 5660 | 29990 |
| Promedio m ³ /s | 343.7 | 1105 | 2032 | 5895 | 6461 | 30634 |
| l/s-km ² | 65.2 | 89.5 | 74.2 | 68.7 | 65.0 | 61.3 |

Fuente: Estudio Hidrológico del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan. Consorcio Lahmeyer International GmbH – Lahmeyer Agua y Energía. Octubre 2,013.

A lo largo de río Napo entre Ecuador y Perú el comportamiento estacional del caudal se mantiene con valores máximas en los meses Mayo-Julio y mínimos alternativamente en Setiembre-Octubre y Enero-Febrero. Entre la cuenca alta e intermedia el caudal específico o escorrentía (l/s-km²) se reduce gradualmente.

Salvo las variaciones condicionadas por el ciclo intra-anual, dentro el territorio peruano es de esperar que las condiciones hidro-climatológicas se mantienen invariantes y el aporte de las afluentes se define por una escorrentía uniforme en el mismo orden de 65 -70 l/s-km², o equivalente de una profundidad de escorrentía anual de 2050 mm.

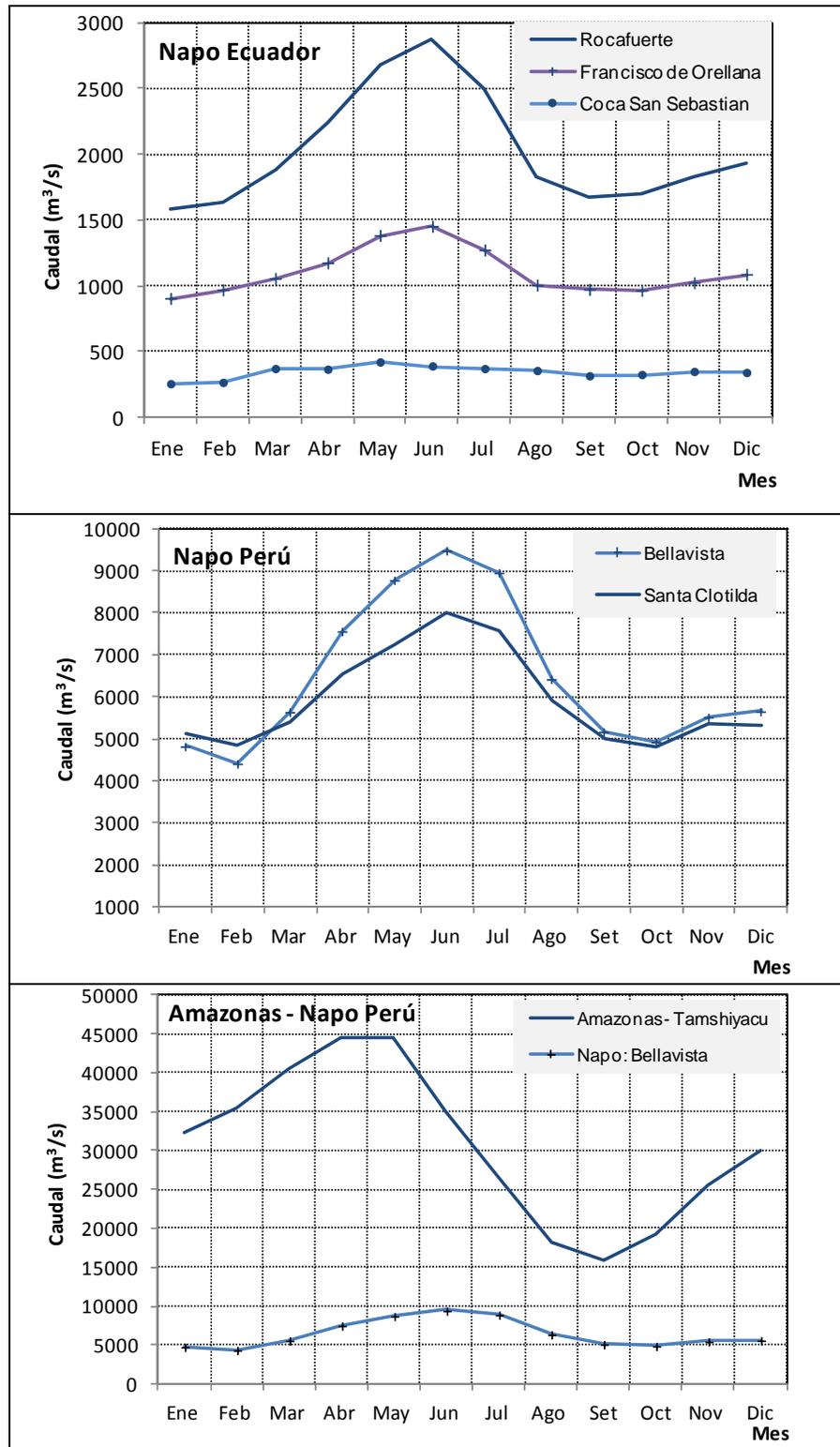


Figura N° 10-RH: Perfiles mensuales de los caudales, estaciones de referencia.

6.2.4 Geología Regional

6.2.4.1 Generalidades

El presente Informe de Geología, es el resultado de las Investigaciones geológico-geotécnicas efectuadas en campo y del análisis de gabinete mediante el uso de fotografías aéreas e imágenes Satelitales, boletín Geológico N° 132 Geología de los cuadrángulos de Mazan (7-p) e Iquitos (8-p), en relación a la Geología del área de la cuenca media a baja del río Napo, relacionado con el Estudio de la Central Hidroeléctrica Mazan.

Dar los alcances de aspectos Geológicos y parámetros Geotécnicos en base a la información de campo y Laboratorio para sustentar los Diseños de la Central Hidroeléctrica Mazan.

En esta Etapa sé realizo las primeras investigaciones relacionadas al área de Geología en la cual se ha podido recopilar las características geológicas y geodinámicas que pueden afectar la Obra de la Alternativa seleccionada en el Proyecto para confirmar su viabilidad para la Central Hidroeléctrica Mazan.

Los trabajos pasan por una Fase de gabinete con evaluaciones mediante el uso de informaciones de mapas geológicos existentes e imágenes de satélite, para luego establecer los trabajos de campo mediante mapeos Geológicos de detalle, asimismo establecer los trabajos geotécnicos a ser realizados en campo para sustentar los Diseños.

6.2.4.2 Modelo Geológico Regional

El ámbito Geológico Regional en la cuenca del río Napo cauce inferior en la zona donde se ubicará la Central Hidroeléctrica Mazan cuenta con la presencia de rocas pertenecientes al Grupo Pebas, Formación Ipururo y Formación Nauta.

El área directa de la Alternativa seleccionada de la Central Hidroeléctrica Mazan presenta afectación geodinámica activa como la erosión lateral de las márgenes de los ríos y en menor envergadura presenta procesos de reptación de suelos.

En la localidad de Mazan y áreas adyacentes la columna lito-estratigráfica está conformada por rocas sedimentarias, de origen marino a continental (lacustrino, palustre, fluviales) cuyas edades van del Terciario superior (mioceno) al Cuaternario reciente. Las rocas más antiguas identificadas en la zona, corresponden a la formación Pebas, conformado por lutitas grises azulinas, niveles de carbón, ocasionalmente secuencias de calizas lenticulares, en la parte superior se ubican lodolitas algo rojizas, intercalados con niveles de materia orgánica (lignito), que algunas veces llegan a tener hasta 2 metros de espesor. La Formación Ipururo sobre yace a la Formación Pebas, constituido por sedimentos poco a medianamente consolidados (barras de areniscas y limoarcillas verdes a violáceas), sobreyace la Formación Nauta constituido por arenas y arcillas poco consolidadas, prosiguen depósitos Fluvio-aluviales del cuaternario.

El dominio estructural en el área circundante a la zona donde se plantea la Alternativa del Proyecto Central Hidroeléctrica Mazan, se caracteriza por presentar lineamientos a lo largo del río Mazan y una falla regional del río Napo con dirección N 30° W, observándose un lineamiento marcado de la formación Pebas. Las características del modelo Geológico Regional se muestran en la **Figura N° 01-GR.**

6.2.4.3 Litoestratigrafía

La cuenca del río Napo presenta una litoestratigrafía con Unidades que van desde el Cenozoico al Cuaternario, que se muestran en el **Plano MA-0809.**

Regionalmente se ha identificado a la formación Pebas del Neógeno - Cenozoico la que se encuentra parcialmente cubierta por depósitos cuaternarios.

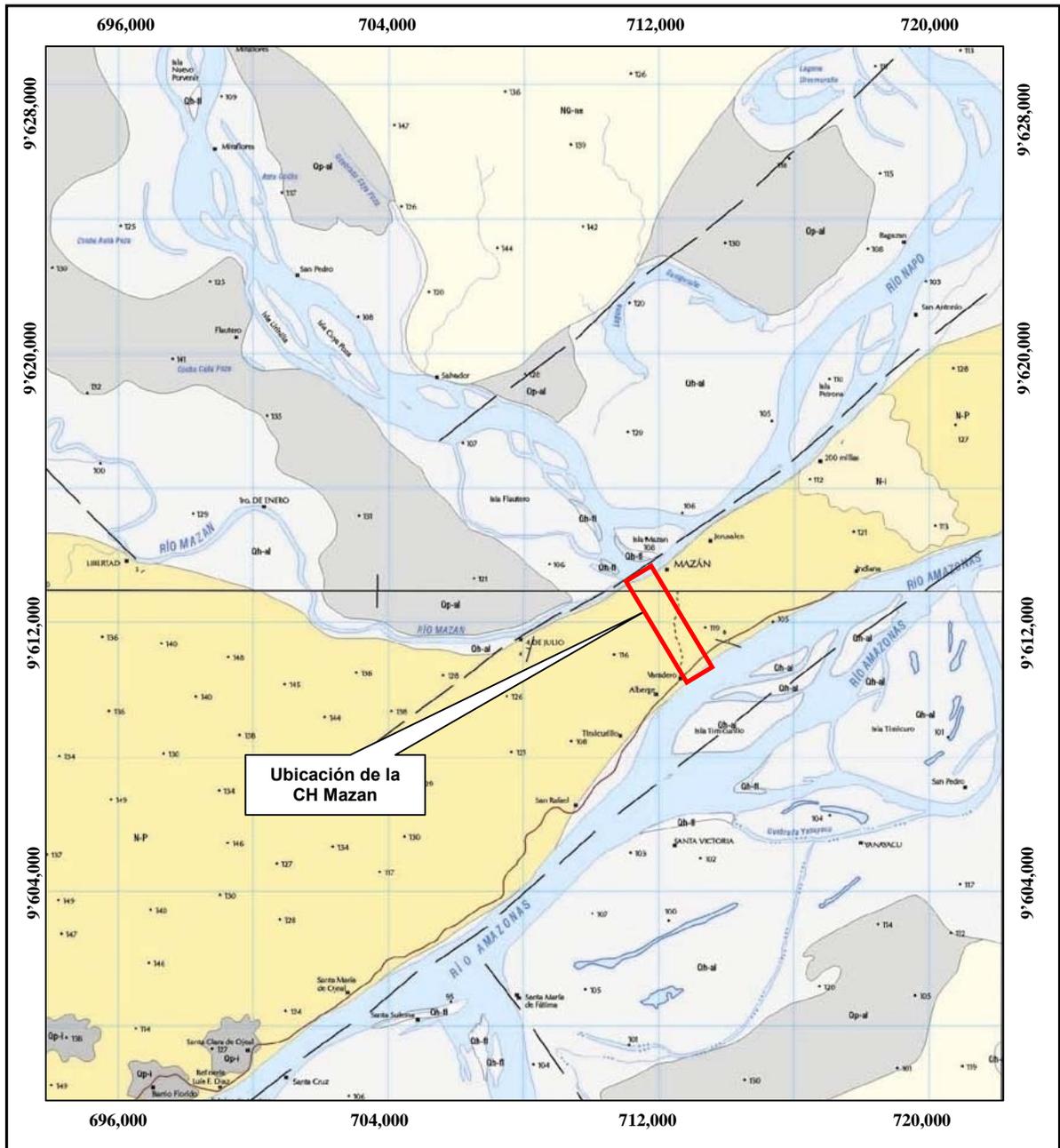


Figura N° 01-GR: Vista del Modelo Geológico Regional en la zona del Proyecto C.H. Mazán.

Las características litoestratigráficas del área de influencia directa del proyecto de la CH Mazán se pueden apreciar en la **Figura N° 02-GR**.

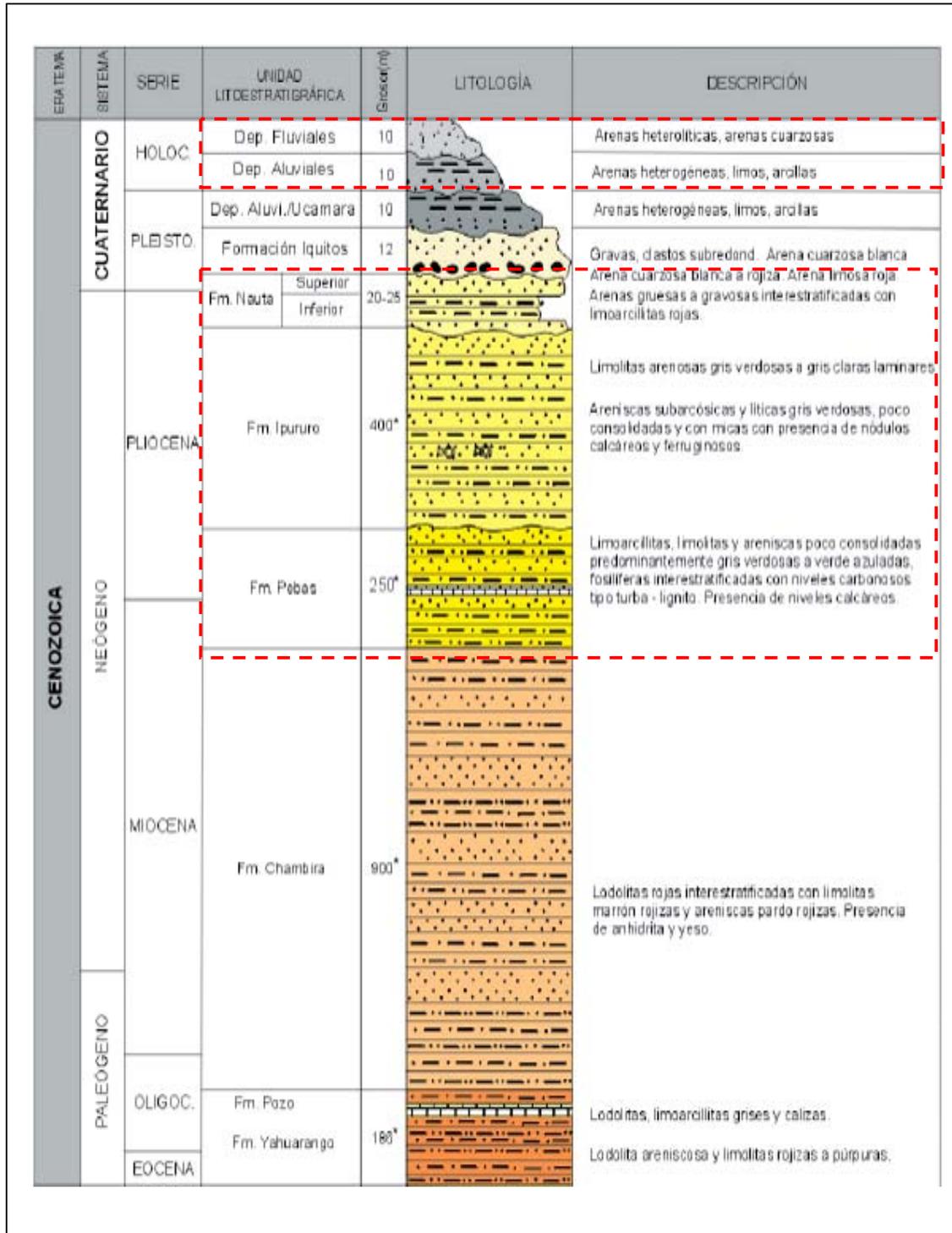


Figura N° 02-GR: Columna litoestratigráfica de referencia del área de estudio, donde el recuadro en rojo indica las unidades Litológicas que están influenciando directamente al Proyecto de la C.H. Mazan.

a) Cenozoico

- **Formación Pebas (N-p)**

Esta secuencia aflora extensamente en el área ya que se le ha reconocido en la margen izquierda del río Amazonas desde Iquitos hasta muchos kilómetros aguas abajo de Timicurillo, también en ambas márgenes del río Napo y margen derecha del río Mazán.

Esta unidad, está conformando un relieve de colinas medias a bajas, ligera a moderadamente disectadas y terrazas onduladas. En el área del proyecto en la margen derecha de los Ríos Napo y Mazán (localidad de Mazán) está constituida por sedimentos pelíticos, que consisten de lutitas de tonalidades azul a verde con interstratificaciones de margas y carbón, con esporádicos niveles de caliza (generalmente lenticulares).

Se encuentran también intercalados con niveles estratificados de coquinas (restos de concha calcáreas cementadas con arena y carbonatos), toda esta secuencia conforma el tope de la unidad, se ubican lodolitas algo rojizas, intercalados con niveles de materia orgánica (lignito), que algunas veces llegan a tener hasta 2 metros de espesor.

Su distribución está asociada a la sedimentación de origen transicional (aportes de sedimentos marinos y continentales de origen palustre).

La edad estimada de esta unidad ha sido asignada al mioceno.

- **Formación Ipururo (N-i)**

Un pequeño afloramiento se ha identificado al NE de la localidad de Mazán, en la margen derecha del río Napo.

Los afloramientos de la formación Ipururo, generalmente son bastante intemperizados y de baja consistencia.

Esta formación en el área del proyecto está constituida, principalmente, por una secuencia de barras de areniscas y arcillitas. Las areniscas son poco coherentes y de grano medio a grueso, presentando colores variados entre los que predominan los grises, pardos y amarillentos, ocurriendo en estratos gruesos que frecuentemente presentan estratificación oblicua-cruzada.

Las arcillitas, algunas veces con cemento calcáreo, son por lo general de colores rojizos, blanquecinos, marrones oscuros, grises y abigarrados; forman capas gruesas a finamente laminadas. Por sus caracteres litológicos se le considera depositado en un ambiente continental.

La formación infrayace con discordancia angular o erosional a los sedimentos plio-pleistocénicos o a los aluviales más modernos y suprayace a la Formación Pebas del Mioceno.

Por su posición estratigráfica se le considera como parte del plioceno, estimándose que su espesor en el área de estudio sobrepasa los 70 metros y en el contexto regional sobrepasa los 1500 metros de grosor.

- **Formación Nauta**

En el área de estudio, se encuentra formando generalmente las colinas bajas y en menor proporción las terrazas medias. Litológicamente, podemos definirla en dos miembros, uno inferior cuya característica está determinada por niveles de areniscas de grano fino algo rojizos, con intercalaciones de niveles de limo arcillitas de color rojo violáceo.

El miembro superior de la Formación Nauta está compuesto por una secuencia de arenas limos y limoarcillitas, en su mayoría de color rojizo.

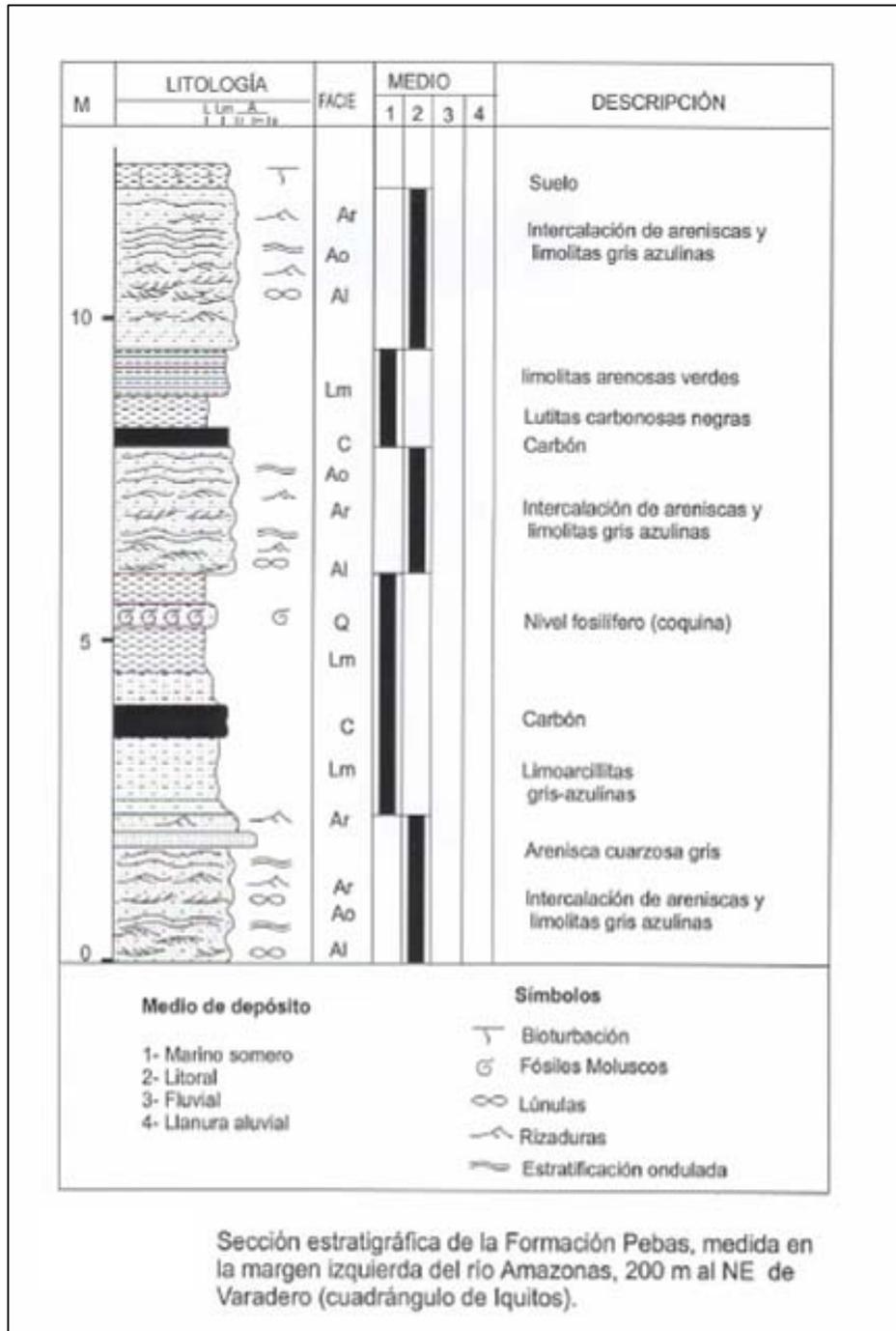


Figura N° 03-GR: Sección estratigráfica de la formación Pebas.

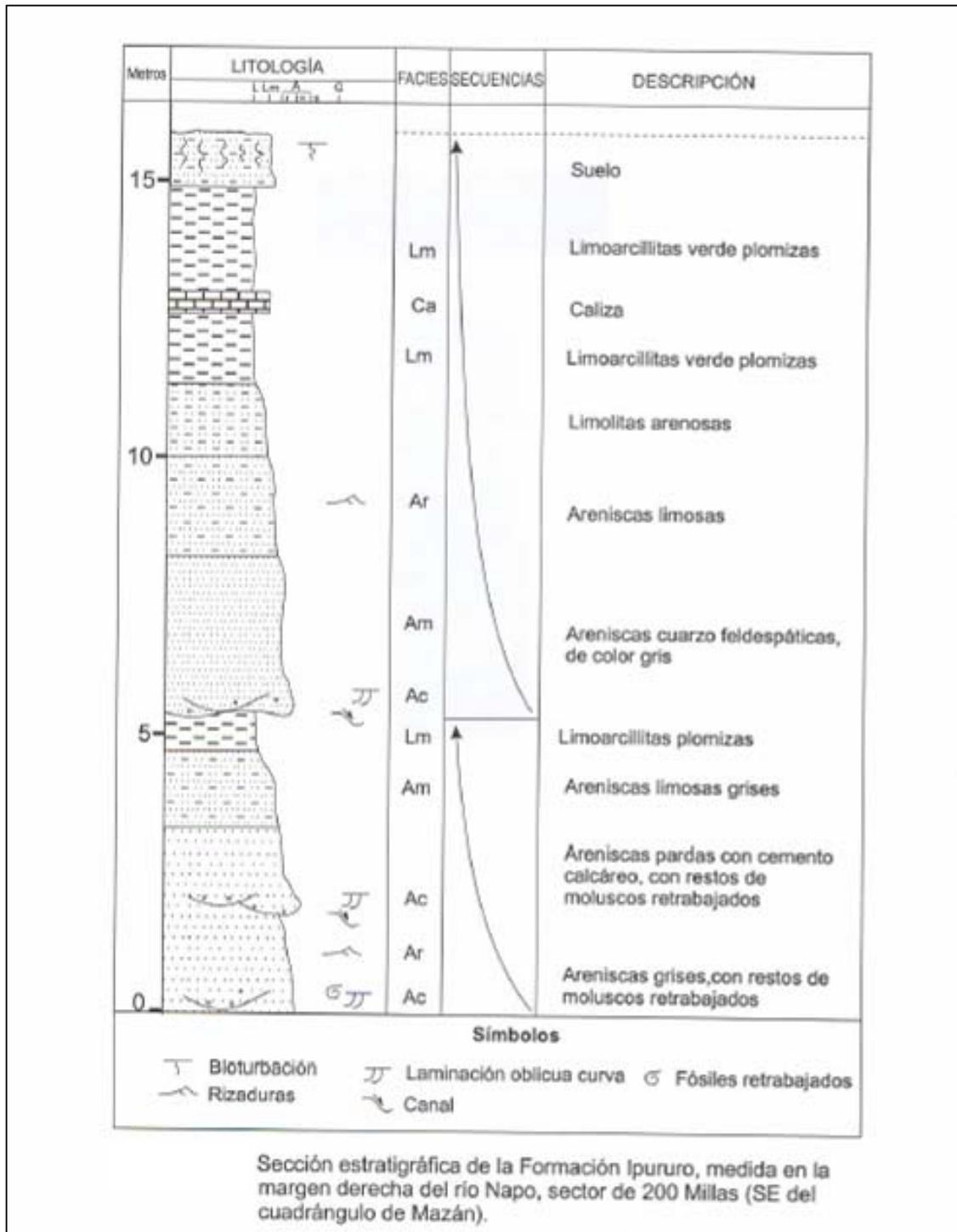


Figura N° 04-GR: Sección estratigráfica de la formación Ipururo.

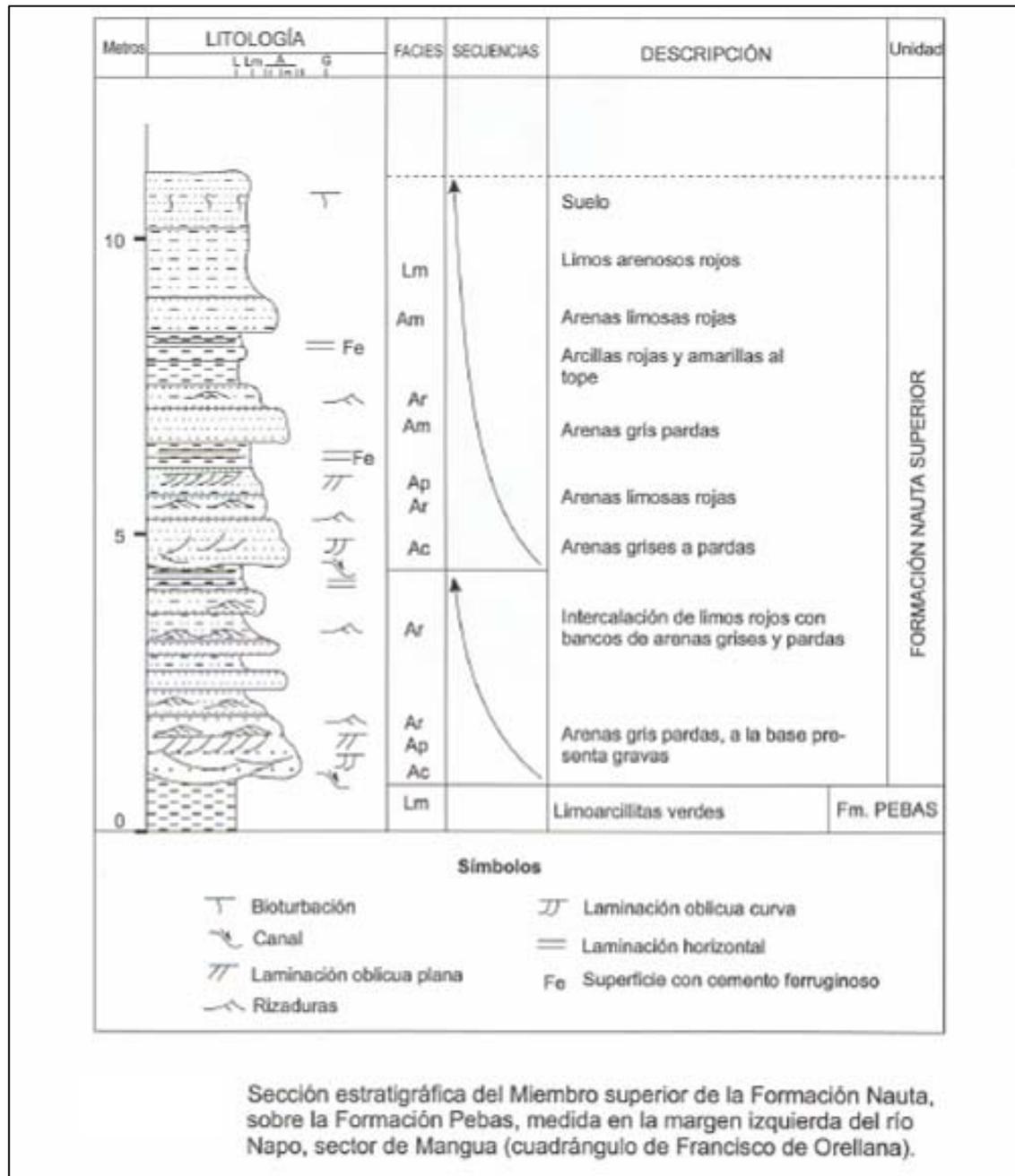


Figura N° 05-GR: Sección estratigráfica del Miembro superior de la formación Nauta.

Las arenas son de grano fino a grueso y de coloraciones pardo rojizas, también pueden ser blanco cuarzosas. Aflora ampliamente a lo largo de los ríos Amazonas y Napo, suprayace en discordancia erosional a la formación Pebas. Tiene un grosor de 10 a 12 m.

b) Cuaternario

➤ Depósitos Fluvial-Aluvial

En el área de estudio zona de influencia directa del proyecto entre los ríos Napo y Mazan, estas acumulaciones conforman sistemas de terrazas (márgenes de los Ríos Mazan y Napo). Los depósitos se caracterizan por su topografía, con pendientes de 2 a 3%, aunque en algunos sectores se presentan ligeras ondulaciones como resultado de una moderada actividad erosiva pasada. Los depósitos detríticos son de origen fluvial-aluvial, (Pleistoceno- Holoceno), se hallan constituidos predominantemente por materiales finos como arenas, limos y arcillas, los que presentan una incipiente consolidación.

➤ Depósitos aluviales

En el área de estudio son aquellos que se localizan a lo largo de los ríos principales (Napo y Mazan), están sometidos a continuos procesos de erosión y depositación, según la dinámica hidrológica de los ríos. Están constituidos por limos, arcillas y arenas finas debidamente cohesionados.

➤ Depósitos Fluviales

En los Ríos Napo y Mazan (Zona de la localidad de Mazan, Flautero y Jerusalén) Estos depósitos se localizan en las partes bajas y en ambas márgenes de estos ríos, a alturas entre los 2 a 4 metros sobre el nivel bajo del río, por lo general están inundadas en las épocas de lluvias, se las observan en épocas de estiaje. Son características las barras de arena, playas e islas, compuestas por arenas grises, pardas y blancas, que son continuamente removidas por la acción de las corrientes de los ríos.

6.2.4.4 Geología Estructural

La configuración estructural actual es resultado principalmente de los Movimientos Orogénicos que se produjeron al final del período Miocénico, pero sin embargo es posible que también haya intervenido Movimientos Tectónicos más antiguos.

Las observaciones Geológicas efectuadas señalan que las capas terciarias se presentan con una marcada posición horizontal o con una ligera inclinación de 2 a 3 grados hacia el Oeste. Los estratos no se muestran ondulados ni están afectados por fallas de consideración.

La posición casi horizontal de las capas en el llano amazónico sugiere que la intensidad de la deformación ha ido disminuyendo hacia el Este, debido al adelgazamiento y acuñaamiento de las formaciones en esa dirección y a la escasa profundidad del basamento rígido representado por el escudo Guayano-Brasileño (Arco de Iquitos) que es un elemento estructural positivo.

Se han identificado unos sistemas de fallas de orientación NE-SO; NO-SE, las cuales han jugado un papel importante en la conjugación estructural y control de las unidades estratigráficas así como de los lineamientos del cauce de los ríos en la cuenca Amazónica. Las características estructurales se pueden apreciar en la **Figura N° 06-GR.**

Estas fallas siguen un patrón marcado en la imagen de satélite, y expresado en la geometría longitudinal de los ríos, los cuales tienen características de estructuras, que delimitan bloques levantados y hundidos, que de alguna manera tienen relación directa con las grandes unidades morfoestructurales (alto de Iquitos).

6.2.4.5 Geodinámica Externa

La cuenca del río Napo y Amazonas circundante al área de estudio de la CH Mazan se caracteriza por presentar los siguientes procesos de geodinámica externa.

- Erosión lateral de las márgenes de los ríos, esta se produce durante el periodo de las crecidas de los ríos Napo, Mazan y Amazonas, en cuyo periodo se produce la erosión de las terrazas y taludes expuestos sin vegetación, asimismo se producen arrastres de troncos que son arrancados de los extremos de las terrazas, siendo remobilizados aguas abajo de los cauces.

Las erosiones de los taludes provocan la caída de sedimentos finos, constituidos por arenas arcillosas, limos arcillosos, arenas limosas las cuales dejan escarpas que son de fuerte pendiente y que asimismo sigue en proceso de regresión.

- Procesos de reptación de suelos, los cuales se producen al erosionarse las laderas de los cauces donde ocasionan que se desplacen los suelos arcillosos que se encuentran saturados, que al encontrar una pendiente favorable se produce el desplazamiento aguas abajo del talud.

Este fenómeno se aprecia también por las grandes erosiones de los taludes con pendientes moderadas a fuertes cuyos deslizamientos dejan taludes que afectan terrazas con suelos arcillosos generando la reptación de sus suelos.

- Inundaciones cíclicas de vastos sectores adyacentes a las riberas de los ríos, la cual se produce ante las fuertes lluvias que generan las crecidas de los ríos amazónicos. Las grandes crecidas de estos ríos superan el límite de niveles de crecidas normales denominadas crecidas extraordinarias las cuales superan los niveles altos de las terrazas a lo largo de su cauce produciendo las inundaciones de estas.

En el caso de la zona de proyecto, ésta se encuentra libre de fenómenos mayores, encontrándose sólo sujeta a procesos superficiales de reptación de suelos o llamados también soliflucción subsilvina que es típica de la laderas en la selva tropical siempre húmedas, en las que a consecuencia del embebimiento de agua, se mueve el suelo por lo general por debajo de las raíces de los árboles.

La erosión de las laderas a lo largo de la Terraza en Mazan es moderada a baja ya que estas mantienen su estabilidad. En la zona de la esclusa y barraje la erosión es moderada de los taludes de ambas márgenes del río Napo.

Hacia el sector de la descarga de la central el río Amazonas genera una erosión moderada que está afectando las terrazas expuestas en este sector.



Foto: Vista de la zona de Mazan donde el río está erosionando las laderas de las terrazas fluviales.

6.2.5 Geomorfología

6.2.5.1 Alcances

El objetivo de este estudio es de conocer el medio sobre el cual se desarrolla el proyecto para ello se describirán las características geomorfológicas detallando sus principales unidades y procesos morfodinámicos en el AID y el AII (inundaciones, deslizamientos, erosiones, entre otros procesos) considerando las zonas de mayor o menor estabilidad y riesgo físico frente a las obras del proyecto.

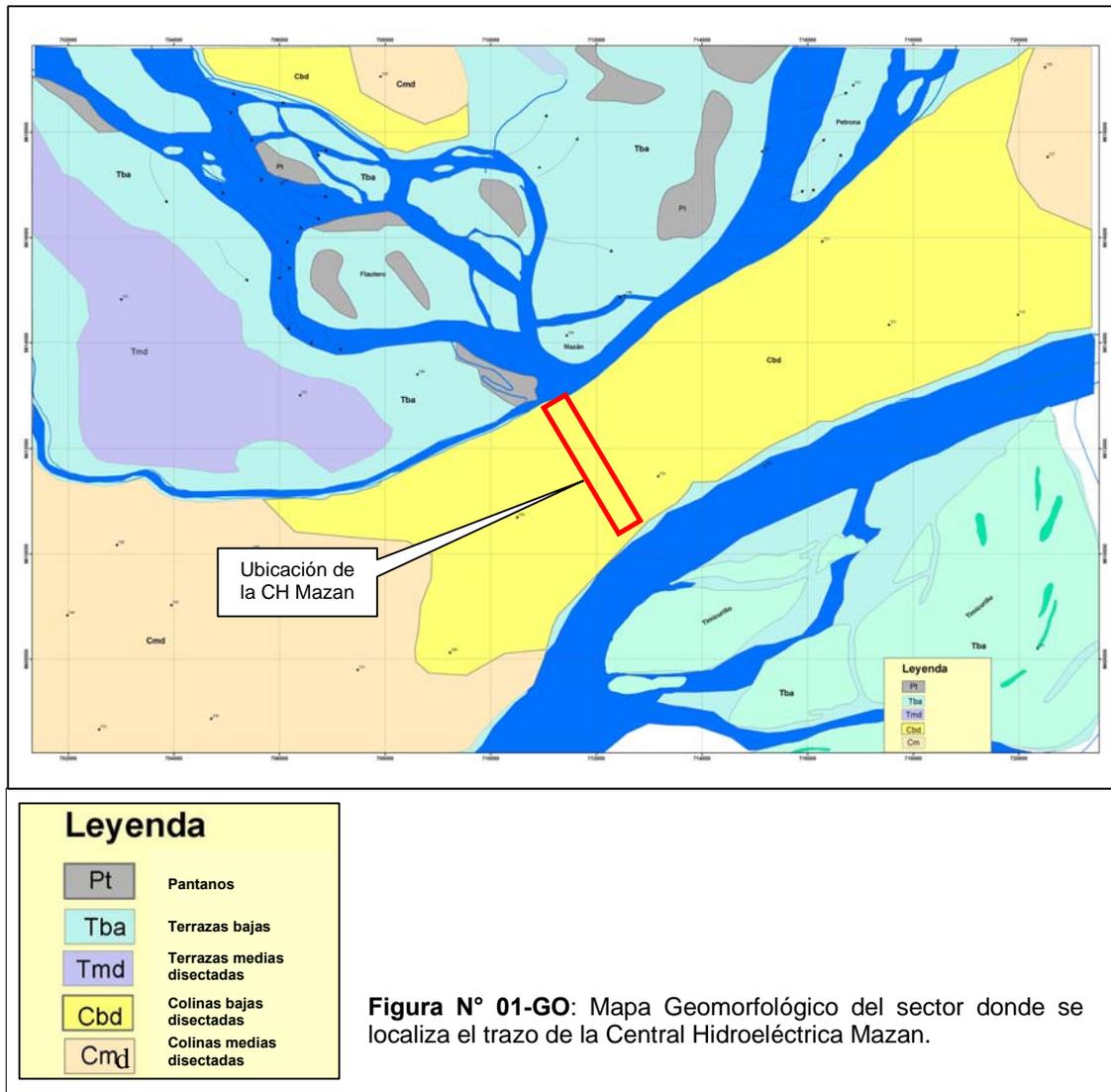
6.2.5.2 Unidades Geomorfológicas

La cuenca del río Napo en el sector del área de influencia de la C.H. Mazan tiene unidades Geomorfológicas según su relieve, las cuales se muestran en el **Cuadro N° 01-GO** y en el **Plano MA-0810**.

Cuadro N° 01-GO
Unidades Geomorfológicas

| Unidades Geomorfológicas | | | Símbolo | Descripción |
|---|---|--|---------|--|
| Ríos Napo-Mazan | Sistemas | Unidades del Paisaje | | |
| Región Norte Oriental Llanura Amazónica | Llanuras Aluviales, Terrazas y Pantanos | Pantanos | Pt | Ambientes con deficiente drenaje, especialmente en sectores bajos, donde los drenajes superficiales se esparcen inundando amplias zonas. |
| | | Terrazas bajas | Tba | Ambientes deposicionales de origen aluvial, reciente. Sistemas de barras, meandros abandonados, playas. |
| | | Terrazas Medias (eventualmente inundables) | Tmd | Ambientes deposicionales de origen aluvial, terrazas sobre el nivel actual de máxima inundación de los drenajes principales. |
| | Colinas | Colinas bajas moderadamente disectadas | Cbd | Colinas bajas, moderadamente disectadas, redondeadas a alargadas, simétricas. Margen derecha de los ríos Mazan y Napo. |
| | | Colinas medias, ligeramente disectadas | Cmd | Colinas medias a altas, ligeramente disectadas, de alargadas a redondeadas. Áreas entre los ríos Mazan-Napo y el Amazonas. |

Las características Geomorfológicas del área de estudio del proyecto se pueden apreciar en la **Figura N° 01-GO**.



La descripción de las unidades geomorfológicas identificadas se presenta a continuación.

1) Llanura Amazónica

Constituye una de las regiones morfoestructurales más extensas del territorio peruano, y su distribución engloba la selva baja. Su desarrollo se manifiesta en la parte nororiental del territorio peruano. En la zona de Mazan, Ríos Napo y Mazan se caracterizan por presentar un relieve suave y ondulado, donde se exponen los sistemas de planicies Fluvio-aluviales, pantanos, y sistema de colinas.

Desde el punto de vista tectónico, en esta área parte de la Llanura Amazónica, los sedimentos terciarios presentan estratificación horizontal a subhorizontal y pliegues suaves de gran amplitud (tectónica incipiente). Mientras que los depósitos cuaternarios se encuentran acumulados en barras de canal, sistemas de terrazas fluvio-aluviales, semiconsolidados, siguiendo las geoformas de las unidades más antiguas. Estas unidades siguen expuestas a la acción dinámicas de las corrientes de los ríos, los cuales erosionan permanentemente y han configurado terrazas altas creando las geoformas de lomadas y colinas existentes.

a) Pantanos (Pt)

Esta unidad presenta una superficie plana depresionada, en las islas y terrazas bajas, existentes, conformando zonas de mal drenaje, dependientes menores al 3%. Se estima que estas zonas de pantanos (cochas o bajiales) son alimentadas por agua en época de inundación y de una napa freática casi superficial, que conjuntamente con los suelos caracterizan un proceso natural de estancamiento de las aguas. Los sedimentos acumulados en estos medios de depósito son limo-arcillosos, limolíticos y lodolíticas con alta presencia de materia orgánica.

b) Terrazas Bajas Inundables (Tba)

En Las zonas de influencia de los Ríos Napo y Mazan, constituyen superficies planas que presentan pendientes menores a 5% y conforman el sistema de terrazas bajas y muy inundables estacionales (periódicas) y excepcionales, de drenaje imperfecto a pobre.

Las variaciones de la dinámica fluvial han originado en sus áreas de influencia, sistemas de barras longitudinales y transversales, barras de meandro, playas, meandros abandonados y complejos sistemas de canales.

Presentan alturas que llegan a los 3 metros, y su exposición se manifiesta en toda su extensión y en forma continua, tal como se observa a lo largo de las márgenes de los ríos Napo y Mazán (área del proyecto).

Sus características litológicas están constituidas principalmente por sedimentos recientes (depósitos aluviales y depósitos fluviales) constituidos mayormente por arcillas y limos; y arenas en menor proporción. Todas estas características litológicas enunciadas generan suelos con cierta restricción en la eliminación del agua, debido a su baja permeabilidad. En algunas zonas presentan configuraciones algo ondulada y alargada, tal como se observa en las imágenes de satélite.

c) Terrazas Medias Eventualmente Inundables (Tmd)

Esta unidad presenta características morfológicas propias, donde la topografía es plana a ligeramente plana; presenta un relativo ondulado, lo que determina restricción en la salida del agua, dando lugar a un drenaje pobre a moderado; con pendientes inferiores a 5%. Comprende el sistema de terrazas subrecientes, formadas a fines del Pleistoceno y comienzos del Holoceno, que se hallan entre 10 y 15 metros por encima de los lechos actuales de los ríos. Estas áreas pueden ser inundadas por las crecientes periódicas que originan los ríos.

En los Ríos Napo y Mazan su distribución espacial está concentrada, en las zonas adyacentes alejadas de los cursos de agua. Su composición litológica está constituida por sedimentos detríticos finos a gruesos, poco consolidados, generalmente de naturaleza arena, arena limosa, presentando los suelos cierto grado de lixiviación.

2) Colinas

a) Colinas Bajas Moderadamente Disectadas (Cbd)

En la margen derecha de los ríos Napo y Mazan, forman parte del sistema de colinas. Sus elevaciones medidas desde el nivel local son generalmente menores a los 20 metros. Estas geoformas poseen cimas aplanadas a redondeadas, con pendientes del orden de 3 a 5%, y son relativamente accidentadas debido a su mayor grado de disección.

Los sedimentos sobre los que se han desarrollado, están compuestos por materiales miocénicos y pliocénicos de las formaciones Pebas, Ipururo y Nauta principalmente, y se encuentran constituidos por lutitas, limo-arcillosas, areno-limosas y limos de coloración rojiza, presentando en superficie suelos residuales, arcillosos de tonalidades grises, amarillentos a rojizos.

b) Colinas medias ligeramente disectadas (Cmd)

En las zonas entre los ríos Napo, Mazan y Amazonas, forman parte del sistema de colinas medias. Sus elevaciones medidas desde el nivel local son generalmente menores a los 20 metros. Estas geoformas poseen cimas aplanadas a redondeadas, con pendientes del orden de 3% a 5%, y son relativamente accidentadas debido a su mayor grado de disección.

Los sedimentos sobre los que se han desarrollado, están compuestos por materiales miocénicos y pliocénicos de las formaciones Pebas y Ipururo principalmente, y se encuentran constituidos por limo-arcillosas, areno-limosas y limos de coloración rojiza, presentando en superficie suelos residuales arcillosos de tonalidades grises.

6.2.6 Suelos y Capacidad de Uso Mayor

6.2.6.1 Introducción

Para el presente levantamiento de suelos con fines de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor; se utilizó los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, USDA 1993), que explica las características del suelo que se tienen que determinar, y los criterios e instrumentos requeridos para este fin. Para la clasificación natural de los suelos, se utilizó el Sistema del Soil Taxonomy (USDA, 2010). Tanto el Manual de levantamiento, como el Sistema Soil Taxonomy son las empleadas oficialmente en el país, de acuerdo a las disposiciones del Decreto Supremo N° 013-2010-AG. Así mismo, para la interpretación práctica se utilizó los lineamientos del Reglamento de Clasificación de Tierras, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

a) Materiales

a.1 Cartográficos

- Imágenes satélite ortorectificadas: Lansat 8 (resolución espacial de 15 m multiespectral), con fecha de toma 28 agosto del 2013 y Lansat 5 con resolución espacial de 30 m) de noviembre del 2006, ampliadas fotográficamente e impresas a escala 1:100 000.
- Cartas nacionales IGN, a escala 1:100 000 del área de estudio, laminas: 6-o, 6-p, 7-o y 7-p.
- Mapa Físico-Político del Departamento de Loreto, del IGN.
- Mapa Físico-Político distrital del INEI

a.2 Temáticos

- Mapa Ecológico del Perú a escala 1:1'000 000 de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), reimpresso por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).
- Cuadrángulos Geológicos correspondientes al área de estudio del departamento de Loreto: : 6-o, 6-p, 7-o y 7-p, elaborados por Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- Reglamento Para la Ejecución del Levantamiento de Suelos (DS N° 13-2010-AG), del Ministerio de Agricultura, actualizadas del anterior reglamento.
- Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG), del Ministerio de Agricultura, actualizada del anterior reglamento con las ampliaciones realizadas por la ex-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN-1980).
- Mapa de Clasificación de Tierras del Perú, a escala 1:1'000 000, elaborado por ONERN (1982).
- Informe de Zonificación Ecológica Económica de Bellavista Mazán, realizado por el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE 2008).
- Diagnóstico ambiental de los componentes Suelos, Capacidad de Uso Mayor y Uso Actual de la Tierra, realizado por el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE 2008).

a.3 Equipos y Materiales de Campo

- 1 Posicionador Satelital o GPS
- 1 Altimetro de precisión

- 1 Distanciómetro con 500 m de alcance
- 1 Eclímetro de precisión
- 1 Termómetro portátil modelo reloj
- 1 wincha métrica de 03m
- 1 Tabla colorimétrica Munsell
- 1 Lupa con aumento de 20 X
- 1 Brújula
- 1 Binocular
- Tarjetas de descripción de perfiles o calicatas
- 1 Libreta de campo
- 1 Tablero sujetador
- Tornillo Muestreador
- 1 Cámara fotográfica digital de 14 megapíxeles
- 1 Cuchilla de monte
- 12 cientos de bolsa de polipropileno de 10 x15 plg.
- Etiquetas para identificación de muestras de suelo
- Plumón de proyección permanente N° 421 y N° 23
- Baterías AA para equipos de campo
- Herramientas de excavación
- Materiales de empaque de muestras
- Unidad móvil para traslado del personal y muestras
- Otros.

b) Métodos

El levantamiento de suelos fue elaborado por INADE en el 2008, siguiendo estrictamente los lineamientos del Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, USDA 1993), además siguiendo los criterios técnicos del Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos aprobado por D.S. 033-85-AG, a nivel de reconocimiento; La clasificación taxonómica fue actualizado según el Soil Taxonomy (Key of Soil Taxonomy, 2010).

Posteriormente se realizó la interpretación práctica, que conlleva a la determinación de la aptitud, mediante el Sistema de Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, del Ministerio de Agricultura (D.S. N° 0017-2009-AG). Con este sistema se identifica las tierras con potencial agrícola, pecuario, forestal y las de protección.

El estudio de uso actual de la tierra se realizó utilizando la clasificación propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), efectuada en Río de Janeiro en 1956, adaptada a las características de nuestro medio por ONERN (1980) e INRENA, la que detalla las diversas formas de ocupación de territorio, y la superficie que abarcan cada una de estas; además divide en categorías, clases y unidades de uso de tierras, del área de influencia del Proyecto "Construcción de la Central Hidroeléctrica Mazán".

La realización del estudio, se llevó a cabo en tres etapas bien definidas, las que se describen a continuación.

❖ **Etapas Preliminar de Gabinete**

En esta fase se buscó información detallada, con fines de hacer los trabajos de recopilación y revisión de información temática y cartográfica existente para el área de estudio. Además, se procedió a procesar la imagen satélite (LANSAT TM), realizando en ellas las correcciones necesarias (geométricas y radiométricas) y su reproducción en papel fotográfico, a escala de trabajo.

Luego se procedió a la interpretación visual (analógica) de la imagen satélite, directamente en pantalla a escala de trabajo. Así se delimitaron las unidades fisiográficas, teniendo como base las formas de tierra del Mapa Geomorfológico, el material parental, la cobertura vegetal, la pendiente y otras características visibles en la imagen. Finalmente se seleccionaron las áreas de muestreo en donde se llevo a cabo las observaciones de las características de la tierra.

❖ **Etapas de Campo**

En esta etapa las áreas de muestreo previamente seleccionadas fueron sometidas a un examen sistemático de los suelos, para lo cual se hizo la apertura calicatas para realizar la observación físico-morfológica de los horizontes de suelos que integran el perfil del suelo. Posteriormente, mediante una previa selección de perfiles de suelos representativos, se extrajo muestras de suelos para su análisis físico químico en el laboratorio. La metodología de muestreo fue la de transectos. Así mismo se han realizado observaciones y delimitación de las formas de uso de territorio.

❖ **Etapas Final de Gabinete**

Una vez obtenidos los resultados de los análisis del laboratorio, se procedió a clasificar los suelos; posteriormente determinar su capacidad de uso mayor y el uso actual de territorio; luego se realizó la extrapolación e interpolación de las unidades obtenidas y un ajuste de la fotointerpretación original, obteniéndose el mapa final de suelos, capacidad de uso mayor y uso actual de tierras. Finalmente se procedió a digitalizar los mapas respectivos; asimismo, se procedió a la redacción de la respectiva memoria explicativa.

6.2.6.2 Suelos

6.2.6.2.1 Generalidades

Los suelos ocupan porciones de la superficie terrestre y son definidos como cuerpos naturales, independientes, tridimensionales y dinámicos con características propias, producto de la acción de los diferentes factores y procesos edafogénicos de formación.

Su descripción y clasificación es realizada en base a su morfología, expresada por sus características físico-químicas y biológicas, determinadas en el campo y en el laboratorio y, en base a su génesis, manifestada por la presencia de horizontes de diagnóstico, superficiales y subsuperficiales.

La descripción y clasificación es plasmada en una Unidad Taxonómica, la cual es definida como el nivel de abstracción dentro de un sistema taxonómico; que puede estar referida a cualquier categoría dentro del sistema taxonómico de suelos (Soil Taxonomy, 2010); definiéndose a la categoría como un conjunto de suelos que están agrupados al mismo nivel de generalización. Este sistema establece seis categorías de abstracción, Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie. En el presente estudio se ha considerado al sub grupo de Suelos como la unidad taxonómica.

La representación gráfica de los Sub Grupos de suelos es realizada a través de la Unidad Cartográfica (definida como el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos). Esta unidad está expresada en función de sus componentes dominantes. En el presente estudio las unidades cartográficas empleadas son la Consociación y Asociación.

La descripción y mapeo de suelos, ha sido realizado tomando como base los criterios y normas establecidas en el Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual. USA, revisión 1993); Asimismo, la clasificación taxonómica ha sido actualizado siguiendo las definiciones y nomenclatura establecidas en la Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy, USDA, revisión 2010); ambos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

6.2.6.2.2 Descripción de los Suelos Según su Origen

a) Suelos Derivados de Materiales Fluviales

Son suelos originados a partir de materiales Fluviales, transportados por las fuerzas de las corrientes de agua de los ríos situados en el ámbito de estudio; los mismos que fueron depositados por sedimentación frecuentemente en forma estratificada a ambos márgenes del río, formando terrazas, playas y barreales. Está conformada por suelos con escaso o nulo desarrollo genético; y son superficiales a profundos, textura gruesa a finas, generalmente sin presencia de materiales gruesos. Se encuentran ocupando posiciones fisiográficas de las Planicies fluviales, con pendientes ligeramente a moderadamente inclinadas (02-08%).

b) Suelos Derivados de Materiales Aluviales

Son suelos originados a partir de materiales aluviales, transportados por la acción del agua de escorrentía y que fueron depositados en forma local en las partes bajas y medias de las quebradas o planicies. Está conformada por suelos con escaso a incipiente desarrollo genético; y son moderadamente profundos a profundos, textura variable, mayormente con escasa presencia de materiales gruesos de diverso tamaño dentro del perfil, como gravas, guijarros y piedras subangulares y ocasionalmente subredondeadas de diverso tamaño y proporciones variables. Se encuentran ocupando posiciones fisiográficas de las Planicies fluviales, con pendientes moderada a fuertemente inclinadas (04-15%).

c) Suelos Derivados de Materiales Residuales

Estos suelos se han originado in situ, principalmente a partir de materiales aluviales muy antiguos que están sobre materiales residuales de materiales de la formación Iquitos y Pebas, conformados por: Lutitas de tonalidades azul a verde y lodolitas algo rojizas. Se encuentran distribuidos en terrazas altas como en las laderas y cimas de colinas. Estos suelos presentan buen desarrollo genético, siendo muy superficiales a profundos y textura fina.

6.2.6.2.3 Descripción de las Unidades Cartográficas y Taxonómicas

a) Generalidades

En esta sección se presenta la clasificación y descripción de las unidades taxonómicas y las unidades no edáficas o áreas misceláneas identificadas en el ámbito del área de estudio; así como, las unidades cartográficas establecidas y delimitadas en el mapa de suelos, mediante el proceso de mapeo de suelos. Por razones de orden práctico, para la fácil identificación de los suelos mapeados, se consideró en denominarlo con un nombre vernacular o local, a las unidades taxonómicas determinadas y clasificadas a nivel de "Familia de Suelos", presentado en el **Cuadro N° 01-S: Clasificación Natural de los Suelos**, determinados según el sistema del Soil Taxonomy del USDA (2010).

Cuadro N° 01-S
Clasificación Natural de los Suelos del ámbito del Proyecto

| Soil Taxonomy 2010 | | | | Suelo |
|--------------------|-----------|---------------|----------------------|-------------------------|
| Orden | Sub-Orden | Gran Grupo | Sub Grupo | |
| Entisols | Aquepts | Epiequepts | Typic Epiaquepts | Orillar |
| | | | Typic Epiaquepts | Isla |
| | | | Typic Epiaquepts | Francisco de Orellana |
| | Fluents | Udifulvents | Typic Udifulvents | Capirona |
| Inceptisols | Aquepts | Epiequepts | Typic Epiaquepts | Huicungo |
| | | | Fluventic Epiaquepts | Quebrada Pinto |
| | Udepts | Dystrudepts | Typic Dystrudepts | Mazán |
| | | | Eutrudepts | Fluvaquentic Eutrudepts |
| Ultisols | Udults | Hapludults | Typic Hapludults | Nuevo Triunfo |
| | | Plinthudults | Typic Plinthudults | Santa Cruz |
| | | | Typic Plinthudults | Pucallpa |
| Alfisols | Udalfs | Hapludalfs | Typic Hapludalfs | Barrio Florido |
| Histosols | Fibrists | Haplofibrists | Hydric Haplofibrists | Aguajal |

(*): Suelo identificado como inclusiones

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

En el **Cuadro N° 02-S** se presenta las superficies y porcentajes que espacialmente ocupan las diferentes unidades cartografiadas en el Mapa de Suelos (**Plano MA-0811**). En el **Anexo B** se presenta los perfiles modales representativos de los suelos determinados, las tablas de valores de interpretación de datos, los métodos de análisis laboratorio utilizados y las características físico-mecánicas y químicas de los suelos. Asimismo, los resultados del laboratorio.

Cuadro N° 02-S
Superficies y Porcentajes de las Unidades Cartográficas de Suelos Identificados

| Unidad Cartográfica | Símbolo | Proporción | Extensión | |
|-------------------------|---------|------------|------------------|---------------|
| | | | ha | % |
| Consociaciones | | | | |
| Aguajal | AG | 100 | 11043,47 | 8,88 |
| Barrio Florido | BF | | 4069,85 | 3,27 |
| Capirona | CP | | 8838,21 | 7,11 |
| Francisco de Orellana | FO | | 8403,98 | 6,76 |
| Huicungo | HU | | 12333,86 | 9,92 |
| Nuevo Triunfo | NT | | 6202,05 | 4,99 |
| Pucallpa | PU | | 7979,87 | 6,42 |
| Quebrada Pinto | QP | | 2084,84 | 1,68 |
| Santa Cruz | SC | | 9289,95 | 7,47 |
| Asociaciones | | | | |
| Orillar - Isla | OR-IS | 50-50 | 30835,93 | 24,81 |
| Otras | | | | |
| Cuerpos de agua | | | 23228,25 | 18,69 |
| Superficie Total | | | 124310,26 | 100,00 |

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

b) Clasificación y Descripción de las Unidades Cartográficas y de Suelos

b.1 Descripción General

Los suelos como cuerpos naturales, independientes, tridimensionales y dinámicos, ocupan porciones de la superficie terrestre, con características propias como resultado de la acción conjunta de los diferentes factores de formación: material parental, clima, organismos, topografía y tiempo (Jenny 1941); por tanto, son descritos y clasificados en base a su morfología, la que está expresada por sus características físico-químicas y biológicas y en base a su génesis, manifestada por la presencia de horizontes superficiales y sub-superficiales de diagnóstico. Otras áreas que no son consideradas como suelos, son identificadas y descritas bajo la denominación de áreas misceláneas.

La descripción de los suelos constituye la parte científica, es decir, la información básica para realizar diversas interpretaciones de orden técnico o práctico, tales como la Clasificación de Tierras, según su Capacidad de Uso Mayor.

Las unidades taxonómicas; han sido clasificadas y descritas al nivel categórico de Familia de suelos, de acuerdo al Sistema de Clasificación Soil Taxonomy (2010). Por razones de orden práctico, para posibilitar su fácil identificación, se ha convenido en denominar a los sub grupos de suelos por un nombre local, detallando sus rasgos diferenciales, tanto físico-morfológicos, como químicos, indicándose además sus fases por pendiente.

En el **Cuadro N° 01-S**, se presenta la clasificación natural de los suelos del ámbito del Proyecto; en donde se muestra la existencia de 5 Órdenes de suelos (Entisols, Inceptisols, Ultisols, Alfisols y Histosols). Dentro de ellos se han encontrado 7 Sub Órdenes (Aquents, Fluvents, Aquepts, Udepts, Udults, Udalfs y Fibrists) los mismos que agrupan 09 Grandes Grupos de Suelos, que son: (Epiaquents, Udifluvents, Epiaquepts, Dystrudepts, Eutrudepts, Hapludults, Plitudults, Hapludalfs y Haplofibrists); las que al mismo tiempo agrupan 13 Sub Grupos de suelos, a los que se le han asignado nombres locales para una fácil comprensión e identificación; cuyo detalle se presenta en el **Cuadro N° 01-S**, de clasificación natural de suelos.

b.2 Descripción de las Unidades Cartográficas y Unidades Edáficas y/o Áreas Misceláneas

En el presente acápite, se describe a las Consociaciones y Complejos de Suelos que conforman las unidades cartográficas; los mismos que están compuestos por uno o más familias de suelos dominantes, respectivamente y, a continuación se describe las unidades edáficas o taxonómicas que la conforman, de acuerdo a sus características morfológicas, propiedades físico-químicas y biológicas de los diferentes suelos identificados dentro de la zona de estudio, que conforman las unidades cartográficas.

En el ámbito del Proyecto, se han determinado 11 Consociaciones, conformados por 11 unidades de suelos, además de 01 Asociación de suelos. La extensión en hectáreas y porcentajes (%) aproximados de las Consociaciones y Asociaciones de suelos, se presentan en el **Cuadro N° 02-S** y en la leyenda del mapa de suelos; mientras que en el **Cuadro N° 04-S** se presenta el sumario de las características de los suelos del ámbito de estudio; así mismo, se presenta en el Anexo B: Los Perfiles Modales, Escalas para Interpretación de Datos de Suelos, Análisis de las Características Físico-Mecánicas y Químicas de los Suelos, en el **Cuadro N° 03-S** se presenta la ubicación georeferenciada de las calicatas o puntos de muestreo.

Cuadro N° 03-S
Ubicación de los Puntos de Muestreo de Suelos

| Waypoint | Coordenada UTM | | Localidad de muestreo |
|----------|----------------|---------|-----------------------|
| | Este | Norte | |
| 10 | 724769 | 9630664 | Santa Rosa |
| 11 | 724521 | 9630822 | Santa Rosa |
| 12 | 732456 | 9631922 | Quebrada Yarina |
| 13 | 722477 | 9626168 | Chispa de Oro |
| 14 | 743348 | 9625699 | Nuevo Triunfo |
| 15 | 745000 | 9623676 | Nuevo Triunfo |
| 16 | 748744 | 9623692 | Francisco de Orellana |
| 17 | 748338 | 9624266 | Francisco de Orellana |
| 18 | 754532 | 9626440 | Paiche Huahaua |
| 19 | 728088 | 9618568 | Pucallpa |
| 20 | 728082 | 9617847 | Pucallpa |
| 21 | 733424 | 9618954 | Yana Mono II Zona |
| 22 | 721169 | 9610814 | Manco Capac |
| 23 | 717167 | 9614204 | Indiana |
| 24 | 717372 | 9613828 | Indiana |
| 25 | 705670 | 9609742 | Santa Cruz |
| 26 | 708105 | 9607256 | San Rafael |
| 27 | 703479 | 9603316 | Santa María del Ojeal |
| 28 | 698344 | 9599736 | Barrio Florido |

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

Cuadro N° 04-S
Sumario de las Características de los Suelos del Área del Proyecto

| Nombre del Suelo | Unidad Taxonómica | Pend. | Profundidad | Fertilidad | Microrelieve | Textura | Gravosidad | Pedregosidad | Drenaje | Reacción o pH | CE | Erosión |
|------------------|-------------------------|-------|-------------------------------------|--------------|---------------------------------|--|------------|--------------|------------------------|---------------|-------|------------|
| | USDA | (%) | | | | | | | | | | |
| Mazán | Typic Dytrudepts | 8-25 | Profundo | Baja | Ligeramente ondulado | Media sobre fino | Libre | Libre | Bueno a moderado | 3.21-3,6 | Libre | Ligera |
| Capirona | Typic Udifluvents | 0-15 | Profundo a moderadamente profundo | Media | Plano | Media a moderadamente fino | Libre | Libre | Moderado-imperfecto | 4.8-5.1 | Libre | Ligera |
| Aguajal | Hydric Haplofibrists | 0-2 | Efímero | Bajo | Plano | Fina | Libre | Libre | Muy pobre | 3.96-4.01 | Libre | Ligera |
| Huicungo | Typic Epiaquepts | 0-8 | Moderadamente profundos | Baja | Plano | Moderadamente fina | Libre | Libre | Imperfecto | 3.68-4.52 | Libre | Muy Ligera |
| Nuevo Triunfo | Typic Hapludults | 8-50 | Profundos | Baja | Ligeramente ondulado a ondulado | Media sobre Moderadamente Fina | Libre | Libre | Moderado | 3.49-4.06 | Libre | Moderado |
| Qda. Pinto | Typic Epiaquepts | 0 -8 | Superficiales | Baja | Plano | Media sobre Mod. fina - fina | Libre | Libre | Imperfecto a muy pobre | 4.07-4.81 | Libre | Ligera |
| Fco. de Orellana | Typic Epiaquents | 0-8 | Superficiales | Baja | Plano | Fina | Libre | Libre | Pobre | 4.48-5.17 | Libre | Muy Ligera |
| Pucallpa | Typic Plinthudults | 4-50 | Profundos | Baja | Ligeramente ondulado a ondulado | Media a moderadamente fina | Libre | Libre | Moderado | 4.22-4.58 | Libre | Ligera |
| Santa Cruz | Typic Hapludults | 2-25 | Profundos | Baja | Ligeramente ondulado | Moderadamente fina sobre fina-mod fina | Libre | Libre | Moderado | 4.41-5.46 | Libre | Moderada |
| Barrio Florido | Typic Hapludalf | 4-50 | Profundos | Baja | Ligeramente ondulado a ondulado | Fina | Libre | Libre | | 5.13-7.50 | Libre | Moderado |
| Orillar complejo | Fluvaquentic Eutrudepts | 0-8 | Profundos a moderadamente profundos | Media a bajo | Planos | Media | Libre | Libre | Moderado-imperfecto | 5.19-5.92 | Libre | Moderado |
| Orillar | Typic Epiaquents | 2-8 | Profundos a superficiales | Media | Planos a ligeramente ondulados | Moderadamente fina sobre fina | Libre | Libre | Moderado a imperfecto | 5.55-6.30 | Libre | Ligera |
| Isla | Typic Epiaquents | 2-8 | Profundos a superficiales | Baja | Planos a ligeramente ondulados | Fina sobre media | Libre | Libre | Moderado a imperfecto | 4.79-7.50 | Libre | Ligera |

1) Consociaciones

A nivel de Consociaciones se han determinado y cartografiado Once (11) unidades cartográficas, conformados por: **a)** Diez (11) Consociaciones de suelos.

1.1) Consociación Aguajal (Símbolo: AG)

Ocupa una extensión aproximada de 11043.21 ha, equivalente al 8.88% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por el Suelo Aguajal, con pendientes fuertemente inclinada (0-2%), pudiendo contener inclusiones del suelo Francisco de Orellana. Se distribuye entre en áreas cercanas a los márgenes de los ríos Napo y Mazán principalmente y pequeñas superficies en las márgenes de algunas lagunas del ámbito de estudio, dentro de la zona climática superhúmeda y cálida.

Presenta una topografía allanada, con relieves planos, sin pedregosidad superficial, erosión actual ligera, con moderado riesgo de inundabilidad, situados en la zona de vida de bosque húmedo- Tropical y bosque húmedo tropical transicional al bosque húmedo-Tropical.

Suelo Aguajal [Hydric Haplofibrists]

Son suelos sin desarrollo genético, agrupa suelos derivados a partir de la descomposición de materiales orgánicos, los cuales ocupan las 2/3 partes del volumen del suelo; fisiográficamente se localizan en terrazas bajas drenaje muy pobre, con pendientes de casi planas (0 a 2%), están presentes en las depresiones plano cóncavo, constituyendo zonas hidromórficas, donde se encuentra *Mauritia flexuosa* "aguaje". La parte superficial de este suelo se encuentra cubierto con capas de material orgánico en forma de un colchón, con diferentes grados de descomposición que le confiere el denominado epipedon hístico, que varía de 40 cm a 120 cm de espesor aproximadamente, se encuentran cubiertos por agua la mayor parte del año y constituyen los denominados "aguajales", ocupan posiciones fisiográficas de terrazas bajas, con drenaje pobre a muy pobre, con régimen de humedad acuico y régimen de temperatura Isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas por un perfil tipo O1/A/C, con epipedón hístico de espesor grueso y con napa alta. El horizonte A es de color gris (10YR5/1); de textura fina (arcilloso); y reacción extremadamente ácida. El material subyacente al horizonte A, es un horizonte C de textura fina (arcilloso), libres de gravosidad, reacción extremadamente ácida.

Químicamente tienen reacción extremadamente ácida pH (3.96-3.9), contenido de materia orgánica es muy alto en el epipedón, medio en el horizonte A (3,96%) y una saturación de bases baja (PSB 38-47%) y baja saturación de aluminio; Fósforo y Potasio disponible bajo y fertilidad natural bajo.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es nula, por tanto relegada para tierras de protección (X), las que están condicionadas por los factores edáficos y drenaje.

1.2) Consociación Barrio Florido (Símbolo: BF)

Ocupa una extensión aproximada de 4069.85 ha, equivalente al 3.27% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por la unidad edáfica Barrio Florido, con pendientes moderadamente inclinado (4-8%), fuertemente inclinado (8-15%), moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%); pueden contener inclusiones del suelo Nuevo Triunfo y Pucallpa; distribuidas mayormente en la cuenca del río Amazonas (Comunidades de Barrio Florido, Astoria, Independencia Milagros, San Luis e Iquique y quebrada Ramírez); pequeñas áreas en la cuenca del río Napo (comunidad de Petrona Isla); en el área de estudio y constituyen muchas veces el divortium aquarum de algunas subcuencas.

Se presentan en relieves ligeramente ondulados, con erosión actual ligera a moderada; sin pedregosidad superficial; distribuidos en la zona de vida de bosque húmedo- Tropical y bosque húmedo- Tropical transicional al bosque muy húmedo tropical.

Suelo Barrio Florido [Typic Hapludalfs]

Son suelos con moderado desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales sobre residuales; conformando posiciones fisiográficas de Colinas bajas fuertemente disectadas, con pendientes de 4 a 50%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/Cg, con epipedón ócrico, con un horizonte sub superficial de diagnóstico de tipo argílico, alta saturación de bases en todos los horizontes y presencia de plintita en horizontes profundos; con un horizonte A, de color pardo amarillento oscuro (10YR3/4), de textura media a moderadamente fina (franco a franco arcilloso), de estructura granular a bloques sub angulares, débilmente coherente; reacción fuertemente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B argílico, con estructura de bloques sub angulares finos a medios, moderadamente coherentes; de textura fina (arcilloso) y reacción fuertemente ácida a neutro; sin fragmentos rocosos; que descansan sobre un C, de textura fina (arcilloso), sin fragmentos rocosos; reacción fuertemente ácida a neutro. Generalmente, son suelos profundos, sin riesgo de anegamiento.

Químicamente son de reacción fuertemente ácida sobre neutra a ligeramente alcalina o fuertemente ácida; saturación de bases alta (PSB>75%), toxicidad de Aluminio bajo, contenido de materia orgánica alta en el horizonte en el epipedón (4,2%) sobre baja o media, bajo en Fósforo y bajo a medio en Potasio disponible y fertilidad natural baja.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción de cultivos permanentes (C), pastos (P), forestales (F) y otras para protección, las que están condicionadas por los factores edáficos y topográficos.

1.3) Consociación Capirona (Símbolo: CA)

Ocupa una extensión aproximada de 8838.21 ha, equivalente al 7.11% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por el Suelo Capirona, con pendientes ligeramente inclinada (02-04%), moderadamente inclinada (04-08%) y fuertemente inclinada (08-15%); pudiendo contener inclusiones del Suelo Huicungo y Francisco de Orellana. localizados en superficies irregulares cercanas a los complejos de orillares y terrazas bajas de drenaje imperfecto de las cuencas de los ríos Napo (comunidades de Flor de Agosto, San Pedro de Cayapoza, Pintullacta, San Antonio de Miraño, Yurac Yacu, 1º de Enero, Yarina Isla, Juancho Playa, Nuevo San Martín y Nuevo Progreso), Amazonas (localidades de Yaguas Tipishca, Libertad Vailla, Nuevo Miraflores, Santa Sofía, Capironal, Sapo Playa, Santa Martha y Villa María) y Mazán (quebrada Jergón), dentro de la zona climática superhúmedo y cálido.

Presenta una topografía allanada, con relieves planos, sin pedregosidad superficial, erosión actual ligera, con ligero riesgo de inundabilidad, situados en la zona de vida de bosque húmedo- Tropical, bosque húmedo tropical transicional al bosque húmedo-Tropical.

Suelo Capirona [Typic Udifluvents]

Son suelos sin desarrollo genético, originados a partir de materiales fluviales del cuaternario holocénico reciente, conformados por una fisiografía de Terraza bajas inundables, con relieves planos, con drenaje natural moderado a imperfecto, con pendientes de 2 a 15%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo AC, con epipedón ócrico. El horizonte A de color pardo (7.5YR4/4), de textura moderadamente fina a media (franco arcillo limoso a franco limoso), de estructura granular muy fino a medio, débilmente coherente; muy fuertemente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte AC transicional y C, con estructura granular medio a fino, débilmente coherentes; de textura media (franco limoso a franco) y reacción muy fuerte a fuertemente ácida; libre de fragmentos rocosos. Generalmente, son suelos profundos, ocasionalmente moderadamente profundos, libres de gravosidad; con ligero a moderado riesgo de anegamiento e inundación estacional.

Químicamente son de reacción muy fuerte a fuertemente ácidas (pH 4.8 -5.1); saturación de bases de bajo a alta (PSB>35%), toxicidad de Aluminio baja, contenido de materia orgánica bajo (<1,9%), medio en fósforo y bajo en potasio disponible; la fertilidad natural es bajo. Son aptos para cultivos en limpio con especies de corto período vegetativo asociados con producción forestal.

1.4) Consociación Francisco de Orellana (Símbolo: FO)

Ocupa una extensión aproximada de 8403.98 ha, equivalente al 6.76% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por la unidad edáfica Francisco de Orellana, con pendientes plano a ligeramente inclinado (0 - 4%) y moderadamente inclinado (4 – 8%), pudiendo contener inclusiones del suelo Aguajal y Capirona; se distribuye en forma dispersa en las cuencas de los ríos Amazonas (Sacarita Yanayacu del Tipishca, parte media de la quebrada Vainilla, margen derecha de la quebrada sunicaño, Comunidad de Manco Capac); Napo (margen derecha del caño orellana, parte posterior de las comunidades de Yurac Yacu, 28 de Octubre y Nuevo Flauterio) y Mazán (margen Izquierda de la quebrada Yarina, parte baja de la quebrada Aguanillo, parte alta de las quebradas Garrapata y Adán, parte baja de la quebrada Andrade y comunidad de Visto Bueno) principalmente.

Se presentan en relieves planos, con erosión actual muy ligera; sin pedregosidad superficial; distribuidos en la zona de vida de bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transicional al bosque muy húmedo- Tropical.

Suelo Francisco de Orellana [Typic Epiaquents]

Son suelos sin desarrollo genético, originados a partir de materiales fluviales del cuaternario holocénico reciente, conformados por una fisiografía de Terraza bajas y medias de drenaje pobre, con relieves planos, con drenaje natural pobre, con pendientes de 0 a 8%; con régimen de humedad ácuico y régimen de temperatura isohypertérmico. Sus características edáficas están representadas con perfil tipo ACg, con epipedón ócrico, con episaturación de agua en más de un horizonte dentro de los 150 cm del suelo mineral superficial. El horizonte A es de textura moderadamente fina (arcillo limoso), de estructura masiva; reacción extremadamente ácida, de color gris azulado sobre gris verdoso oscuro. El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte C gleyzado, con estructura masivo; de textura moderadamente fina (arcillo limoso) y reacción muy fuerte a fuertemente ácida; libre de fragmentos rocosos, con presencia del nivel freático. Generalmente, son suelos superficiales, libres de gravosidad, con moderado riesgo de anegamiento. Químicamente, son suelos de reacción extremada a fuertemente ácida (pH 4,48-5.17), alta saturación de bases (PSB >49%), acidez cambiante bajo y como también toxicidad de Aluminio bajo, contenido de materia orgánica medio (2,3%), bajo en Fósforo y Potasio disponible y fertilidad natural baja. La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es nula, por lo que está relegada para la producción forestal (F) y área de protección (X), las que están condicionadas por los factores edáficos de drenaje.

1.5) Consociación Huicungo (Símbolo: HU)

Ocupa una extensión aproximada de 12333.86 ha, equivalente al 9.92% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por el Suelo Huicungo, con pendientes de 2 a 8%; localizadas generalmente a lo largo de las márgenes de los ríos Mazán (desde la quebrada Cashacocha hasta Cocha Gamitada), Napo (Isla Paiche playa, áreas cercanas a la comunidad de 1º de Enero, Cocha azul, Buena Vista). Presenta una topografía allanada, con relieves planas, con erosión actual ligera y sin pedregosidad superficial.

Suelo Huicungo [Typic Epiaquepts]

Son suelos con ligero desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales recientes; conformando una fisiografía de terrazas bajas de drenaje imperfecto; se presentan en pendientes de 0 a 8%; con microrelieve plano, con perfiles moderadamente profundos, con drenaje natural imperfecto, libres de gravosidad; presentan régimen de humedad acuico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/Bw/C, con epipedón ócrico, un horizonte sub superficial B gleyzado y condiciones acuicas dentro de los 50 cm del suelo mineral con episaturación. El horizonte A es delgado, de colores pardo (10YR4/3), ocasionalmente con tonalidades más oscuras; de textura moderadamente gruesa (franco arenoso), de estructura granular fino a medias, débilmente coherente; reacción extremadamente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B gleyzado, estructurado en bloques sub angulares finos a medios, débilmente coherentes; con tonalidades entre pardo grisáceo claro (10YR6/4) y otros matices similares; de textura moderadamente fina (franco arcillo limoso) y reacción muy fuertemente a extremadamente ácida, libres de gravosidad; que descansan sobre un C de textura moderadamente fina, libres de gravosidad; reacción muy fuertemente ácida. Químicamente, son suelos de reacción extremadamente ácida sobre muy fuertemente ácida (pH 3,68 – 4.52), baja en saturación de bases (PSB <32%), baja acidez cambiante, toxicidad de Aluminio medio, alto contenido de materia orgánica (9,7%) en el epipedón y bajo en horizontes sub superficiales, bajo en Fósforo y Potasio disponible y fertilidad natural baja.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es nula, por tanto están restringida a la producción forestal (F) y protección (X), las que están condicionadas por los factores edáficos; debido a la deficiencia de nutrientes y reacción de los suelos.

1.6) Consociación Nuevo Triunfo (Símbolo: NT)

Ocupa una extensión aproximada de 6202.05 ha, equivalente al 4.99% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por el Suelo Nuevo Triunfo, con pendientes fuertemente inclinada (8-15%), moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%); pudiendo contener inclusiones del Suelo Pucallpa y Barrio Florido; distribuidas en su totalidad entre las cuencas de los Ríos Amazonas (comunidad de Santa Isabel), y Napo (Comunidad de Nuevo Triunfo principalmente).

Se presentan en un ambiente de relieve ligeramente ondulado, con erosión actual ligera, no inundable; sin pedregosidad superficial; distribuido dentro de la zona de vida de bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transicional al bosque muy húmedo tropical, con clima superhúmeda y cálida.

Suelo Nuevo Triunfo [Typic Hapludults]

Son suelos con moderado desarrollo genético, originados a partir de materiales residuales del neógeno de naturaleza sedimentaria y aluvial muy antiguo; conformados por una fisiografía de colinas bajas moderadamente disectadas; se presentan en pendientes de 8 a 50%; con microrelieve ligeramente ondulado, con perfiles profundos, con drenaje natural moderado, libres de gravosidad; presentan régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/C, con epipedón ócrico, un horizonte sub superficial B argílico y baja saturación de bases (<11%) en todos los horizontes y sin carbonatos libres. El horizonte A tiene espesor reducido, de colores pardo oscuro (7.5YR5/6); de textura media a moderadamente fina (franco limoso a franco arcilloso), de estructura blocosa, moderadamente coherente; reacción extremadamente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B argílico, estructurado en bloques sub angulares a angulares, finos a medios, moderadamente coherentes; con tonalidades entre pardo oscuro (7.5YR5/8) hasta pardo amarillento (10YR6/4) y otros matices similares; de textura moderadamente fina a fina (franco arcilloso a arcilloso) y reacción extremadamente ácida, libres de gravosidad; que descansan sobre un C de textura moderadamente fina, libres de gravosidad. Químicamente son de reacción extremadamente ácida (pH 3,49 – 4.06); baja saturación de bases (PSB <15%), acidez cambiante alto a bajo, toxicidad de Aluminio alto, contenido medio de materia orgánica en el horizonte A1 (3,9%) y bajo en horizontes profundos, bajo en Fósforo y Potasio disponibles en todo el perfil y fertilidad natural baja. La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción forestal (F), las que están condicionadas por los factores edáficos y topográficos; el primero, debido a la deficiencia de nutrientes y reacción extremadamente ácida, y el segundo, debido a las pendientes que dotan de un alto riesgo a la erosión.

1.7) Consociación Pucallpa (Símbolo: PU)

Ocupa una extensión aproximada de 7979.87 ha, equivalente al 6.42% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por la unidad edáfica Pucallpa, con pendientes moderadamente inclinada (4 – 8), fuertemente inclinada (8 - 15%), moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%), pueden contener inclusiones del suelo Nuevo Triunfo y Barrio Florido; ocupan las zonas colinosas distribuidas mayormente en la cuenca del río Amazonas (Localidades de las Palmeras, Pucallpa, Santa Rosa, Santa Teresa, Timicurillo I y, Vardadero Mazán, San Rafael, Sinchicuy, Santa María del Ojeal, Santa Clara del Ojeal; y Base de la Marina, Quebradas Santa Teresa, Huiririma y Bujurqui) y Napo (Localidad de Mazán, Mazán Parque) Mazán (comunidades de San José y Puerto Alegre) y áreas más pequeñas en la sub cuenca del río Momón (Momoncillo San José y quebrada Falcón) del área de estudio y constituyen muchas veces el divortium aquarum de algunas subcuencas, agrupa suelos derivados a partir de sedimentos aluviales antiguos sobre residuales.

Se presentan en relieves ligeramente ondulados a ondulados, con erosión actual ligera; sin pedregosidad superficial; distribuidos en la zona de vida de bosque húmedo- Tropical y bosque húmedo tropical transicional al bosque muy húmedo tropical.

Suelo Pucallpa [Typic Plinthudults]

Son suelos con desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales antiguos sobre residuales; conformando posiciones fisiográficas de colinas bajas ligeramente disectadas, con pendientes de 4 a 50%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/C, con epipedón ócrico, un horizonte sub superficial B argílico y presencia de plintita en horizontes sub superficiales; con un horizonte A, de color pardo, de textura media a moderadamente fina (franco a franco arcilloso), de estructura granular a blocosa, débilmente coherente; reacción extremadamente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B argílico, de color pardo oscuro (7.5YR5/8) a pardo amarillento y tonos similares, estructurado en bloques sub angulares finos a medios, moderadamente coherentes; de textura fina a moderadamente fina (arcilloso a franco arcilloso); y reacción muy fuerte a extremadamente ácida, sin fragmentos rocosos; que descansan sobre un C de textura moderadamente fina a fina (franco arcilloso a arcilloso), con plintita que ocurre como concentraciones REDOX de patrones laminares, sin fragmentos rocosos; reacción extremadamente ácida. En general son suelos con perfiles profundos, las condiciones del drenaje son moderadas, sin riesgo de anegamiento.

Son suelos no salinos (CE <0.14 dS/m), el porcentaje de saturación de bases es variable desde bajo a alto (PSB 37.47 a 61.97%).

Químicamente son de reacción extremadamente ácida a muy fuertemente ácida (pH 4,44 a 4,58); saturación de bases bajo a medio (PSB 19-58%), toxicidad de Aluminio alto, contenido de materia orgánica media en el horizonte en el epipedón y bajo en horizontes más profundos, Fósforo medio en A1 (7,8 ppm) y bajo a mayores profundidades y bajo en Potasio disponible y fertilidad natural baja.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción de cultivos permanentes (C) y forestales (F), las que están condicionadas por los factores edáficos, debido a la reacción del suelo.

A continuación se describe las características del suelo Mazán, identificado como inclusiones dentro del suelo Pucallpa.

Suelo Mazan [Typic Dystrudepts]

Son suelos con incipiente desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales antiguos; distribuidos en posiciones fisiográficas de terrazas altas ligeramente disectadas, con pendientes de 8 a 25%, con régimen de humedad Údico y régimen de temperatura Isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas por un perfil tipo A/Bw/C, con epipedón ócrico y con saturación de bases menor a 16%, en todos los horizontes, y con un horizonte sub superficial Bw cámbico. El horizonte A, de color pardo oscuro (7.5YR5/6); de textura media (franco a franco limoso); y reacción extremadamente ácida. El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte Bw cámbico, de color amarillo rojizo a rojo amarillento (5YR6/8 o 5YR5/8); estructurado en bloques sub angulares medios a finos, moderadamente coherente; de textura fina (arcilloso); con reacción extremadamente ácida, libres de gravosidad; que descansan sobre un Horizonte C de textura, libres a gravosos y reacción extremadamente ácida. En general son suelos profundos, con drenaje natural bueno a moderado.

Químicamente son de reacción extremadamente ácida (pH 3.21-3.6); saturación de bases bajo (PSB <16%), medio a alto toxicidad de Aluminio, contenido de materia orgánica medio en el epipedón (3,1%), pero bajo en horizontes profundos, Fósforo y Potasio disponible bajo, que determinan que la fertilidad natural sea baja.

De acuerdo a las condiciones edáfo-climáticas mencionadas, la aptitud de estas tierras está restringida para pastos y forestales de calidad agrológica baja, de calidad agrológica media, lo cual se debe a los factores edáficos, debido a la reacción extremadamente ácida.

1.8) Consociación Quebrada Pinto (Símbolo: QP)

Ocupa una extensión aproximada de 2084.84 ha, equivalente al 1.68% del ámbito de estudio. Está conformado predominantemente por la unidad edáfica Quebrada Pinto, en pendiente plana a ligeramente inclinado (0-4%) y moderadamente inclinado (4-8%), con inclusiones del suelo Mazán y Santa Cruz; distribuidos en la cuenca del río Amazonas (Comunidad de Santa Elena en la quebrada Pinto) y pequeñas porciones irregulares en la parte media de las Cuencas de los ríos Amazonas y Napo en la sub cuenca del río Momón (Comunidades de Santo Tomas, San Pedro de Bellavista, Porvenir y parte baja de la quebrada aguagillo). Se presentan en relieves ligeramente ondulados a planos, con erosión actual ligera; sin pedregosidad superficial; distribuidos en la zona de vida de bosque húmedo tropical y bosque húmedo- Tropical transicional al bosque muy húmedo tropical.

Suelo Quebrada Pinto [Fluvaquentic Epiaquepts]

Son suelos con ligero desarrollo genético, originados in situ a partir de materiales aluviales; conformando posiciones fisiográficas de terrazas medias de mal drenaje, con pendientes de 0 a 8%; con régimen de humedad acuico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/C, con epipedón acuico, con episaturación, napa alta y un horizonte sub superficial Bw cámbico y saturación de bases menor a 60% en todos los horizontes a una profundidad de 25 a 75 cm del suelo mineral superficial; con un horizonte A delgado, de textura media (franco limoso), de estructura blocosa, moderadamente coherente; reacción muy fuerte a extremadamente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte Bw cámbico, de color gris (5Y6/1), estructurado en bloques sub angulares finos a medios, fuertemente coherentes; de textura fina (arcilloso) y reacción extremadamente ácida, sin fragmentos rocosos; con presencia de napa freática. En general son suelos con perfiles superficiales, las condiciones del drenaje son imperfectas, con moderado riesgo de anegamiento.

Químicamente son de reacción extremadamente a muy fuertemente ácidas (pH 4,28- 4.81), saturación de bases bajo (PSB <43%), baja a media saturación de acidez cambiante y baja a media saturación de Aluminio, contenido bajo de Fósforo y bajo a medio potasio disponible, el nivel de materia orgánica es de alta a media (4,5% – 2,3%%).

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción de cultivos permanentes (C), Pastos (P) y forestales (F), las que están condicionadas por los factores edáficos, debido a la deficiencia de nutrientes y la reacción de los suelos.

1.9) Consociación Santa Cruz (Símbolo: SC)

Ocupa una extensión aproximada de 9289.95 ha, equivalente al 7.47% del ámbito de estudio.

Está conformado predominantemente por la unidad edáfica Santa Cruz, en pendientes ligeramente inclinada (2 - 4%) y moderadamente inclinada (4-8%); pueden contener inclusiones del suelo Mazán; distribuidas Mayormente en la cuenca del río Mazán y sub cuenca del Momón (parte media alta de las quebradas Nueva Santa Rosa, Centro Fuerte y Shitillo) y constituyen muchas veces el divortium aquarum de algunas cuencas como Amazonas, Napo, Mazán y Sub cuencas como el río Momón; llegando a unir dos cuencas mayores especialmente donde se localiza el Albergue Ceiba Top Lodge (río Amazonas y la comunidad de Doscientas Millas en el río Napo) y gran parte del tramo que une los Centros poblados de Mazán e Indiana, como se puede observar en el mapa. Se presentan en relieves ligeramente ondulados a planos, con erosión actual ligera a moderada; sin pedregosidad superficial; distribuidos en la zona de vida de bosque húmedo tropical y bosque húmedo- Tropical transicional al bosque muy húmedo tropical.

Suelo Santa Cruz [Typic Plintudults]

Son suelos con desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales antiguos sobre residual; conforman posiciones fisiográficas de terrazas altas moderada a fuertemente disectadas, con pendientes de 2 a 8%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/C, con epipedón ócrico, un horizonte sub superficial B argílico, con presencia de plintita en horizontes profundos; con un horizonte A delgado, de color pardo oscuro hasta pardo, de textura media a moderadamente fina (franco a franco arcillo limoso), de estructura granular a blocosa fino a medio, moderadamente coherente; reacción muy fuerte a fuertemente ácida.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B argílico, de color pardo oscuro a rojo amarillento y tonos similares, estructurado en bloques sub angulares finos a medios, moderadamente coherentes; de textura fina (arcilloso), ocasionalmente moderadamente fina; y reacción muy fuerte a extremadamente ácida, sin fragmentos rocosos; que descansan sobre un C de textura moderadamente fina a media (franco arcilloso a franco), sin fragmentos rocosos; reacción muy fuertemente ácida, con plintita que ocurre como concentraciones REDOX de patrones reticulares. En general son suelos con perfiles profundos, las condiciones del drenaje son moderadas, sin riesgo de anegamiento.

Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida en A0 y A1 sobre muy fuerte a extremadamente ácida (pH 5,46 a 4,41); saturación de bases alta a bajo (PSB 16-70%), saturación de Aluminio bajo a medio, contenido de materia orgánica alta en el horizonte A y baja en los horizontes más profundos (4,2% y 1,1%), bajo en Fósforo y Potasio disponibles y fertilidad natural baja.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida para pastos (P) y forestales (F), las que están condicionadas por los factores edáficos, debido a la deficiencia de nutrientes y la reacción del suelo.

2) Asociaciones

A nivel de Asociaciones se han determinado y cartografiado Una (01) unidad cartográfica, conformados por unidades edáficas.

2.1) Asociación Orillar – Isla (Símbolo: OR - IS)

Ocupa una extensión aproximada de 30835.93 ha, equivalente al 24.81% del ámbito de estudio. Está conformada predominantemente por el suelo Orillar e Isla, en pendientes plana a ligeramente inclinada (0-4%) y moderadamente inclinada (4-8%), en una proporción de 50 y 50% respectivamente, puede contener inclusiones de los suelos Orillar Complejo, explayamientos y bancos de arena.

Esta Asociación de suelo están, distribuidos en los complejos de orillares e islas, siendo las más representativas en el río Amazonas (Islas Pucallpa, Timicurillo); río Napo (Islas Flauterio, Caya Poza y Nuevo Porvenir); donde ocupan posiciones fisiográficas de Terrazas bajas inundables, con relieves planos a ligeramente ondulados; frecuentemente con riesgo de anegamiento, con drenaje natural moderado, erosión actual ligera y sin pedregosidad superficial. Los suelos que lo conforman generalmente son los mejores desde el punto de vista de la fertilidad natural. Las características de los componentes de la asociación, la unidad edáfica Orillar y la Unidad edáfica Isla, se describen a continuación.

Suelo Orillar [Typic Epiaquents]

Son suelos sin desarrollo genético, originados a partir de materiales fluviales del cuaternario reciente; conformando posiciones fisiográficas de terrazas bajas inundables, con pendientes de 2 a 8%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/C, con epipedón ócrico, condiciones acuáticas por algún tiempo con presencia de concentraciones REDOX, y saturación de bases mayor a 54% en todos los horizontes; con un horizonte A delgado, de color pardo grisáceo oscuro, de textura moderadamente fina (franco arcillo limoso a arcillo limoso), de estructura granular a blocosa, finos a medios, débilmente coherente; reacción ligeramente ácido.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte AC transicional o C, de color pardo grisáceo y tonos similares, estructurado en bloques sub angulares finos a medios, moderadamente coherentes; de textura moderadamente fina (arcilloso), ocasionalmente media; reacción ligera a moderadamente ácida, sin fragmentos rocosos. En general son suelos con perfiles moderadamente profundos, las condiciones del drenaje son moderadas a imperfectos, con moderado riesgo de anegamiento.

Son suelos no salinos ($CE < 0.24$ dS/m), el porcentaje de saturación de bases es alto (PSB > 54 %).

La reacción de estos suelos varía entre ligera a moderadamente ácida (pH 5.55 a 6.30). La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) es media a alta en todo el perfil, alcanzando valores de CIC entre 13.44 a 29.6 cmol(+)/kg. La acidez cambiante está ausente alcanzando proporciones menores de 2.7 %, y la actividad del aluminio es baja.

En general, la fertilidad de estos suelos es medio a bajo; lo cual se debe a que la materia orgánica se presenta en niveles medios en la capa arable, mientras que en los horizontes sub-superficiales es bajo; igualmente, el contenido de fósforo es medio, mientras que el potasio disponible, se presenta en niveles bajos en todo el perfil.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción de cultivos de corto periodo vegetativo y otras para forestales, las que están condicionadas por los factores edáficos y de inundabilidad.

Suelo Isla [Typic Epiaquents]

Son suelos sin desarrollo genético, originados a partir de materiales fluviales del cuaternario reciente; conformando posiciones fisiográficas de terrazas bajas inundables e Islas, con pendientes de 2 a 8%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/C, con epipedón ócrico, condiciones acuáticas por algún tiempo con presencia de una matriz reducida en todos los horizontes; con un horizonte A delgado, de color pardo grisáceo oscuro, de textura fina a moderadamente fina (arcilloso a arcillo limoso), de estructura granular, finos a medios, débilmente coherente; reacción muy fuerte a moderadamente ácido.

El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte AC transcional o C, de color pardo grisáceo oscuro, estructurado en bloques sub angulares finos a medios, débilmente coherentes; de textura media (franco limoso); reacción neutra a ligeramente alcalina, sin fragmentos rocosos. En general son suelos con perfiles moderadamente profundos a profundos, las condiciones del drenaje son moderadas a imperfectos, con moderado riesgo de anegamiento. Son suelos no salinos ($CE < 0.31$ dS/m), el porcentaje de saturación de bases es alto (PSB $> 69\%$).

La reacción de estos suelos varía entre muy fuertemente ácida sobre ligeramente alcalina (pH 4.79 a 7.5). La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) es media a alta en todo el perfil, alcanzando valores de CIC entre 17.28 a 32.64 cmol(+)/kg. La acidez cambiante es bajo alcanzando proporciones menores de 6.13%, y la actividad del aluminio es baja.

En general, la fertilidad de estos suelos es bajo; lo cual se debe a que la materia orgánica se presenta en niveles medios a bajos en la capa arable, mientras que en los horizontes sub-superficiales es bajo; igualmente, el contenido de fósforo y potasio disponibles, se presenta en niveles bajos en todo el perfil. La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida a la producción de cultivos de corto periodo vegetativo, y están asociadas con áreas aptas para forestales y de protección, las que están condicionadas por los factores edáficos y de inundabilidad.

A continuación se describe las características del suelo Orillar Complejo, que fue identificado como inclusiones.

Suelo Orillar Complejo [Fluvaquentic Eutrudepts]

Son suelos con incipiente desarrollo genético, originados a partir de materiales aluviales; conformando posiciones fisiográficas de Terrazas bajas e Islas, con pendientes de 0 a 8%; con régimen de humedad údico y régimen de temperatura isohypertérmico.

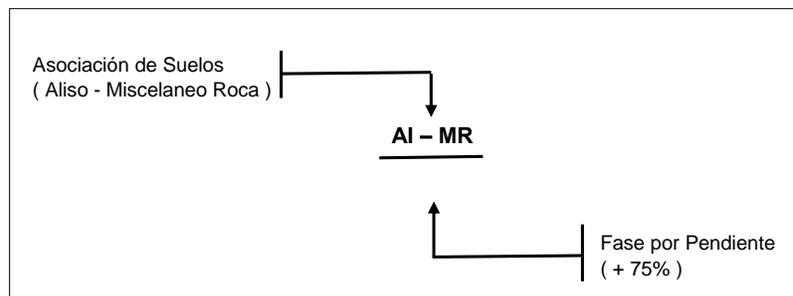
Sus características edáficas están representadas con perfil tipo A/B/C, con epipedón ócrico, con un horizonte sub superficial de diagnóstico de tipo cámbico, con saturación de bases mayor a 60% en más de un horizonte entre 25 y 75 cm de profundidad, con empobrecimientos REDOX con un cromax de 2 en el tercer y cuarto horizonte, finalmente disminución irregular del contenido de carbono orgánico; con un horizonte A, de color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2), de textura media (franco limoso), de estructura granular, débilmente coherente; reacción fuertemente ácida. El material subyacente al epipedón ócrico, es un horizonte B cámbico, con estructura de bloques sub angulares finos a medios, moderadamente coherentes; de textura fina a moderadamente fina (franco limoso a franco arcillo limoso) y reacción moderadamente ácida; sin fragmentos rocosos; que descansan sobre un C, de textura media (franco limoso), sin fragmentos rocosos; reacción moderadamente ácida. Generalmente, son suelos profundos, con moderado riesgo de anegamiento. Sus características químicas son reacción fuerte a moderadamente ácida (pH 5.19 -5.92); saturación de bases medio a alto (>47%), saturación de Aluminio bajo, bajo a medio en Fósforo y potasio disponible bajo, el nivel de materia orgánica es media en el epipedón (3,1%) pero bajo en horizontes profundos; fertilidad natural bajo a media.

La aptitud de estos suelos para propósitos agrícolas es restringida, para la producción de cultivos en limpio (A) y forestales (F) y otras para protección (X), las que están condicionadas por los factores edáficos y la inundabilidad de dichas áreas.

6.2.6.2.4 Explicación del Mapa de Suelos

El mapa denominado "Mapa de Suelos" (**Plano MA-0811**), elaborado a nivel "Semidetallado" a escala 1:100 000 y publicado a la misma escala, suministra una información netamente edáfica, que muestra la distribución espacial de los diferentes Suelos determinados en base a sus características morfológicas y su relación con otros parámetros del medio.

La representación de las unidades cartográficas (Consociaciones y Asociaciones) está dada por una expresión alfabética fraccionaria, donde: el numerador indica el símbolo de la unidad cartográfica, representado por un sólo símbolo literal en el caso de una Consociación y por dos símbolos en el caso de un Complejo de suelos y; el denominador representado por letras mayúsculas [C, D, E, F, G y H], que expresa la fase por pendiente, en los que han sido cartografiados en el mapa. Gráficamente esta simbología esquematizada se puede apreciar en el siguiente gráfico:



6.2.6.3 Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

6.2.6.3.1 Generalidades

La clasificación de los suelos según su Capacidad de Uso Mayor es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo basado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamientos continuos y usos específicos. Para llegar a este fin, es imprescindible el estudio edafológico completo, de acuerdo a normas y procedimientos establecidos internacionalmente para tal efecto y que va a constituir la fuente de información básica que proporcione los fundamentos necesarios para la presente clasificación.

Este capítulo comprende la Clasificación de Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor, que suministra información sobre el potencial y las características de las tierras para su utilización en forma racional y sostenible, de acuerdo a sus potencialidades y/o limitaciones.

En este sentido, esta sección constituye la parte interpretativa del estudio de suelos, en la que se suministra al usuario información sobre el potencial o la oferta natural de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección; asimismo, se señala algunos lineamientos técnicos sobre prácticas de manejo y conservación, que eviten el deterioro de los suelos

Teniendo como información básica el aspecto edáfico precedente en el capítulo anterior, es decir la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se han desarrollado, se ha determinado la máxima vocación de las tierras y con ello las predicciones de su comportamiento.

Para la determinación de los diferentes Grupos, Clases y Subclases de Capacidad de Uso Mayor, cartografiados en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, se ha utilizado el Sistema de Clasificación de Tierras, establecido por el nuevo "Reglamento de Clasificación de Tierras" en términos de capacidad de uso mayor, publicado por el Ministerio de Agricultura mediante DS N° 017-2009-AG, del 02 de septiembre del 2009, se establece 05 Grupos de capacidad de Uso Mayor:

- Tierras aptas para cultivos en limpio (Agricultura intensiva y otros usos) A
- Tierras aptas para cultivos permanentes (Frutales) C
- Tierras aptas para pastos P
- Tierras aptas para producción forestal F
- Tierras de protección X

Asimismo, la clasificación de las tierras muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de uso, limitaciones, necesidades y prácticas de manejo que requieren, así como también proporcionan los elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola.

El criterio básico que rige esta clasificación está determinado fundamentalmente por la naturaleza y grado de limitación que impone las características ecológicas, edafológicas y topográficas.

Los factores que fijan estas limitaciones son: condiciones de clima, riesgo de erosión, deficiencia por suelo y condiciones de drenaje o humedad.

Condiciones de Clima; de acuerdo a las condiciones ecológicas dominantes, los factores limitantes están relacionados con el cuadro climático predominante, como: sequías, heladas, temperaturas constantemente bajas, excesos de humedad y severas fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, entre otras características.

Riesgos de erosión; los factores limitantes están íntimamente relacionados con las condiciones topográficas (pendiente y microrelieve), características físicas del suelo, escorrentía superficial, clima (precipitación y temperatura) y un manejo deficiente del suelo.

Deficiencia por suelo; los factores limitantes están íntimamente relacionados con las condiciones edáficas, como: textura, estructura, profundidad efectiva, pedregosidad, gravosidad, alcalinidad o acidez, fertilidad, etc.

Condiciones de Drenaje o Humedad; los factores limitantes están relacionados con el sistema de drenaje natural de los suelos, como presencia de un nivel freático alto, capas masivas muy poco permeables o impermeables, posición o características fisiográficas y el escurrimiento de las aguas de partes más altas.

Es importante destacar que los resultados del estudio de acuerdo a sus fines y escala de elaboración, proporcionan información, principalmente, para la formulación de políticas, estrategias o planes de desarrollo o zonificación al nivel de "Factibilidad", basados en el aprovechamiento racional del recurso suelo.

6.2.6.3.2 Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

A continuación se presenta las diferentes unidades o categorías de tierras clasificadas y determinadas en el ámbito del Proyecto, descritas a nivel de Grupo, Clase y Subclase; en el **Cuadro N° 01-CUM**, se presenta las Subclases de Capacidad de Uso Mayor Representados en Forma Individual y Agrupada en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor.

Cuadro N° 01-CUM
Subclases de Capacidad de Uso Mayor Representados en Forma Individual y Agrupada
en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor

| Unidades de Capacidad de Uso Mayor (Aptitud de Uso) | Símbolo | Proporción | Superficie | |
|--|----------------|------------|------------------|---------------|
| | | | ha | % |
| Unidades individuales | | | | |
| Tierras aptas para cultivos en limpio; calidad agrológica baja, limitación por suelo e inundación | A3si | 100 | 1223,26 | 0,98 |
| Tierras de protección; limitados por inundación y drenaje | Xiw | | 11043,47 | 8,88 |
| Unidades Agrupadas | | | | |
| Tierras aptas para Cultivos en Limpio - Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo e inundación | A3si-F3si | 20-80 | 8838,21 | 7,11 |
| Tierras aptas para Cultivos Permanentes - Tierras aptas para pastos - Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo | C3s-P3s-F3s | 20-40-40 | 5914,29 | 4,76 |
| Tierras aptas para Cultivos Permanentes - Tierras aptas para pastos - Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja y media en forrestales, limitación por suelo y erosión | C3se-P3se-F2se | 20-40-40 | 7601,85 | 6,12 |
| Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo y erosión - Tierras de protección, limitados por suelo. | F3se-Xe | 50-50 | 14025,58 | 11,28 |
| Tierras aptas para Forestales - Tierras aptas para pastos - Tierras aptas para cultivos permanentes; calidad agrológica baja, limitación por suelo y drenaje | F3sw-P3sw-C3sw | 40-40-20 | 1570,85 | 1,26 |
| Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo y drenaje - Tierras de protección, limitados por drenaje | F3sw-Xw | 50-50 | 513,99 | 0,41 |
| Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo drenaje e inundabilidad - Tierras de protección, limitados por inundación y drenaje | F3swi-Xiw | 50-50 | 12333,86 | 9,92 |
| Tierras de protección, limitados por inundación y drenaje - Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica media, limitación por suelo y drenaje - Tierras aptas para cultivos en limpio; calidad agrológica baja, limitados por suelo e inundación | Xiw-F2sw-A3si | 40-40-20 | 29612,67 | 23,82 |
| Tierras de protección, limitados por inundación y drenaje - Tierras aptas para Forestales; calidad agrológica baja, limitación por suelo, inundación y drenaje | Xiw-F3swi | 50-50 | 8403,98 | 6,76 |
| Cuerpos de agua | | | 23228,25 | 18,69 |
| Superficie Total | | | 124310,26 | 100,00 |

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

Las superficies en hectáreas (ha) y porcentajes (%) de distribución, son presentados en forma resumida en el **Cuadro N° 02-CUM** y; su distribución espacial o cartográfica es presentada en el Mapa de Clasificación de Tierras Según Capacidad de Uso Mayor (**Plano MA-0812**), editado para su publicación a escala 1:25 000.

Cuadro N° 02-CUM**Superficies y Porcentajes de las Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor**

| Grupo de Capacidad de Uso Mayor | | | | Clase | | | Sub Clase | | |
|---------------------------------|---------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------|-----------|-------------------|---------------|
| Descripción | Símbolo | Superficie Aprox. | | Símbolo | Superficie Aprox. | | Símbolo | Superficie Aprox. | |
| | | ha | % | | ha | % | | ha | % |
| Aptos para cultivos en limpio | A | 8913,43 | 7,17 | A3 | 8913,43 | 7,17 | A3si | 8913,43 | 7,17 |
| Aptos para cultivos permanentes | C | 3017,40 | 2,43 | C3 | 3017,40 | 2,43 | C3s | 1182,86 | 0,95 |
| | | | | | | | C3se | 1520,37 | 1,22 |
| | | | | | | | C3sw | 314,17 | 0,25 |
| Aptos para Pastos | P | 6034,79 | 4,85 | P3 | 6034,79 | 4,85 | P3s | 2365,71 | 1,90 |
| | | | | | | | P3se | 3040,74 | 2,45 |
| | | | | | | | P3sw | 628,34 | 0,51 |
| Aptos para forestales | F | 42589,13 | 34,26 | F2 | 14885,81 | 11,97 | F2se | 3040,74 | 2,45 |
| | | | | | | | F2sw | 11845,07 | 9,53 |
| | | | | F3 | 27703,33 | 22,29 | F3s | 2365,71 | 1,90 |
| | | | | | | | F3se | 7012,79 | 5,64 |
| | | | | | | | F3si | 7070,56 | 5,69 |
| | | | | | | | F3sw | 885,33 | 0,71 |
| Áreas de protección | X | 63755,50 | 51,29 | X | 63755,50 | 51,29 | Xe | 7012,79 | 5,64 |
| | | | | | | | Xw | 257,00 | 0,21 |
| | | | | | | | Xiw | 33257,46 | 26,75 |
| | | | | | | | X* | 23228,25 | 18,69 |
| SUPERFICIE TOTAL | | | | | | | | 124310,26 | 100,00 |

(*) Incluye tierras ocupadas por Ríos, Quebradas, Lagunas y otros cuerpos de agua.

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

1) Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (A)

Incluye aquellas tierras que presentan las mejores características edáficas, topográficas y climáticas de la zona de estudio, para el establecimiento de una agricultura de tipo intensivo, en base a especies anuales de corto período vegetativo, adaptados a las condiciones ecológicas de la zona. Dentro de este Grupo se ha determinado sólo la Clase A3.

1.1) Clase A3

Ocupan una extensión aproximada de 8913.43 ha, equivalente al 7.17% del ámbito de estudio. Agrupa tierras que presentan una calidad agrológica Baja para la fijación de cultivos en limpio o intensivos, con fuertes limitaciones, por lo que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continuada.

Dentro de este Clase se ha determinado una (01) subclase de Capacidad de Uso Mayor: A3si.

a) *Subclase A3si*

Ocupan una extensión similar al grupo que lo incluye. Comprende tierras de calidad agrológica Baja; cuyas limitaciones en forma más intensa están referidas al factor edáfico y de inundación. Se distribuye en áreas inundables de la cuenca del río Amazonas (localidades de Yaguas Tipishca, Nuevo Miraflores, Santa Sofía, Villa María, Capironal, Sapo Playa, San Pedro, y Timicuro) en la cuenca del río Napo (localidades de Flor de Agosto, San Pablo de Caya Poza, Pintullacta, San Antonio de Miraño, Yurac Yacu, 28 de Octubre Primero de Enero, Yarina Isla, Juancho Playa, Nuevo San Martín, Nuevo Progreso y Francisco de Orellana) y otras zonas aledañas.

La unidad edáfica que conforma esta subclase son los suelos Capirona y Orillar e Islas.

- *Limitaciones de Uso*

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referidas, principalmente al factor Edáfico y de inundabilidad; el primero, por presentar generalmente fertilidad natural baja, principalmente por los contenidos bajos de fósforo y potasio disponibles, además de la reacción muy fuertemente ácida, que limita o hace menos disponible a los elementos nutritivos del suelo para las plantas; el segundo, presentar moderado riesgo de inundación periódica, debido a la creciente de los ríos próximos.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción de cultivos anuales en forma intensiva y económicamente rentable, requiere de una planificación de las siembras, dichas siembras deben evadir las temporadas de altas avenidas.

También requiere de intensivas prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos, mediante la aplicación racional y balanceada de fertilizantes químicos con alto índice de alcalinidad, nitrogenados, fosfatados y potásicos, considerando siempre en el plan de fertilización a los abonos orgánicos tales como el guano de islas y otros, de acuerdo con los resultados de un análisis de fertilidad de las parcelas, que permita una adecuada dosificación de la fertilización acorde con los requerimientos de las especies cultivadas y cada predio.

Para contrarrestar la acción de la acidez de estos suelos, se recomienda realizar la aplicación de enmiendas calcáreas de acuerdo a la capacidad económica del agricultor, que permita neutralizar la acción de la acidez cambiante, elevando el pH del suelo. Para lo cual, se recomienda la aplicación de cal finamente molida sobre la capa superficial del suelo; así como la aplicación de Fosfatos Bayovar, que a la vez de constituir una fuente natural de fósforo para el cultivo, posee propiedades enalantadas que mejora el pH del suelo.

A fin de aminorar el efecto perjudicial de las limitaciones del drenaje, es importante implementar drenes a fin de facilitar la evacuación del agua excedente, producto de las inundaciones periódicas.

- *Especies Recomendables*

Son apropiadas para el desarrollo de la agricultura temporal, sobre la base de cultivos anuales de corto período vegetativo, propios para las condiciones ecológicas del ecosistema, generalmente supeditadas a los ciclos de vaciados de los ríos; no obstante, es oportuno señalar, que en estas áreas con excepción de los playones, también es posible sembrar cultivos permanentes resistentes y/o tolerantes a inundaciones. Entre los cultivos de ciclo corto, es frecuente sembrar *Oryza sativa* "arroz", *Zea mays* "maíz", *Arachis hypogaea* "maní", *Phaseolus vulgaris* "frijol", *Vigna unguiculata* "caupi", hortalizas diversas (*Cucumis sativa* "pepino", *Citrullus sp.* "sandía" *Capsicum annum* "ají dulce" y picante, *Solanum sculentum* "tomate regional", entre otras), algunas variedades de *Manihot sculenta* "yuca" y *Musa sp.* "plátano", o aquellos que soportan las inundaciones.

Sin embargo para mayor precisión en las recomendaciones tales como variedades y ecotipos debe realizarse ensayos de adaptación en campo y/o hacer un estudio de zonificación de cultivos.

2) Tierras Aptas para Cultivo Permanente (C)

Ocupan una extensión aproximada de 3017.40 ha, equivalente al 2.43% del ámbito de estudio. Son aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas, climáticas y/o topográficas no permiten la implantación de cultivos anuales, pero si una agricultura basada en un cuadro diversificado de especies permanentes adaptables a las condiciones ecológicas del lugar, sean herbáceos, arbustivos o arbóreos. Dentro de este grupo se ha establecido únicamente la siguiente Clase: C3.

2.1) Clase C3

Comprende una superficie igual al Grupo de capacidad de uso mayor. Corresponde a tierras de calidad agrológica baja, considerado como tierras moderadamente buenas para el desarrollo de una agricultura en base a cultivos permanentes. La explotación agrícola exige prácticas intensivas de manejo. Se ha identificado las siguientes subclases: C3s, C3se y C3sw.

a) Subclase C3s

Ocupan una extensión aproximada de 1182.86 ha, equivalente al 0.95% del ámbito de estudio. Se encuentra entre las cercanías de distribuidos mayormente en la parte media entre la cuenca del río Mazán (Localidades de San José y Puerto Alegre) y Sub cuenca del río Momón (localidades de Centro Fuerte, y Santo Tomás); pero también se puede encontrar superficies más pequeñas en las cuencas de los ríos Amazonas (localidades de Las Palmeras I zona, Santa Rosa, San Rafael, Santa María del Ojeal, Santa Clara del Ojeal y Base de la Marina), y Napo (Centros poblados de Mazán y Mazán Parque).

Las unidades de suelos incluidas en esta categoría son las unidades edáficas: Mazán y Pucallpa, que son profundos, de textura media a moderadamente fina, en el mapa se encuentra asociada a áreas aptas para pastos y forestales.

- *Limitaciones de uso*

Las mayores limitaciones de uso de estas tierras están referida al factor Edáfico; dichas restricciones están referidas a la fertilidad natural baja con niveles deficientes de fósforo y potasio disponibles. Este desequilibrio nutricional se ve acentuado en aquellos suelos que tienden a ser de reacción muy fuerte a extremadamente ácida.

- *Lineamientos de uso y manejo*

La utilización de estas tierras para la producción de cultivos permanentes en forma intensiva y económicamente rentable, requiere de intensivas prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos, mediante la aplicación racional y balanceada de fertilizantes químicos con alto índice de alcalinidad; los abonos nitrogenados, fosfatados, potásicos y guano de islas, deben aplicarse de acuerdo con los resultados de un análisis de fertilidad, que permita una adecuada dosificación de la fertilización, acorde con los requerimientos de las especies cultivadas y de cada predio.

Para contrarrestar la acción de la acidez de estos suelos, se recomienda realizar la aplicación de enmiendas calcáreas de acuerdo a la capacidad económica del agricultor, que permita neutralizar y amortiguar la acción de la acidez cambiante, elevando el pH del suelo. Para lo cual, se recomienda la aplicación en época adecuada, de cal o carbonato de calcio (dolomita) sobre la capa superficial del suelo, finamente molida; así como la aplicación de Fosfatos Bayovar, que a la vez de constituir una fuente natural de fósforo para el cultivo, posee propiedades encalantes que mejora el pH del suelo.

Así mismo, el nivel de acidez se puede corregir usando especies o variedades resistentes o tolerantes a la acidez.

Asimismo, se recomienda diversificar la producción del ecosistema mediante sistemas agroforestales, combinando actividades de carácter agrícola, piscícola, silvicultural, esparcimiento, manejo de los cuerpos de agua, recolección de productos naturales y crianza de animales menores (*Gallus domestica* "gallina", *Suis domestica* "cerdo", *Tayassu tajacu* "sajino", *Agouti paca* "majas", entre otras) de igual manera la aplicación de abonos orgánicos producto del reciclaje del sistema (compost) debe ser una práctica como medida para restituir los nutrientes al suelo.

- *Especies recomendables*

Considerando las condiciones edafo-climáticas de la zona, se recomienda implantar especies de consumo directo y susceptibles a la industrialización como: *Solanum sessiliflorum* "cocona", *Ananas comosus* "piña", *Anacardium occidentale* "marañón o casho", *Citrus sp.* "cítricos", *Theobroma grandiflorum* "copoazú", *Annona muricata* "guanábana", *Psidium guayaba* "guayaba", *Persea americana* "palto", *Euterpe oleraceae* "huasaí", *Bactris gasipaes*, "pijuayo", *Cocus nucifera* "cocotero", *Pouteria caimito* "caimito", *Pourouma cecropiaefolia* "uvilla", *Carica papaya* "papayo", *Matisia cordata* "zapote", *Poraqueiba paraensis* "umarí"; algunas variedades de *Musa sp.* "plátano", también *Passiflora grandifolium* "macambo", *Passiflora edulis* "granadilla", *Theobroma cacao*, "cacao", entre otras.; sin embargo para mayor precisión en las recomendaciones tales como variedades y ecotipos debe realizarse ensayos de adaptación en campo y/o hacer un estudio de zonificación de cultivos.

b) *Subclase C3se*

Ocupan una extensión aproximada de 1520.37 ha, equivalente al 1.22% del ámbito de estudio. Se le encuentra a lo largo del ámbito de estudio, entre los sitios proximales a las ubicadas mayormente entre la Cuenca del río Mazán (Localidades de Santa Cruz, Corazón de Jesús) y sub cuenca del río Momón (cuenca baja antes de la desembocadura con el río Nanay).

Cuenca del río Napo (entre las localidades de Indiana y Doscientas Millas) y cuenca del río Amazonas (Norte de la comunidad de Las Palmeras, Pucallpa, parte media de la quebrada Santa Rosa, Localidad de Indiana, Albergue Ceiba Top Lodge, Timicurillo, Varadero Mazán, y parte posterior de la comunidad de Sinchicuy). Las unidades de suelos incluidas en esta categoría son las unidades edáficas: Santa Cruz y Pucallpa; con microrelieve ligeramente ondulado y erosión ligera.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones de uso más importantes son de tipo edáfico y topográfico. El primero, está referida a la fertilidad natural baja con niveles deficientes de materia orgánica, nitrógeno, pero sobre todo de potasio y/o fósforo disponibles. Este desequilibrio nutricional se ve acentuado por la reacción muy fuerte a extremadamente ácida que influyen en el grado de disponibilidad de nutrientes. La segunda limitación importante lo constituye la pendiente del terreno, que propenden a un grado de erosión más acentuada, además de ser fuertemente susceptibles a la erosión pluvial, por la zona de vida donde se sitúan.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

Aplicación de fertilizantes orgánicos o minerales de reacción neutra o alcalina, en dosis adecuados de acuerdo a los requerimientos específicos de cada plantación, predio y suelo, con fines de mejorar y conservar el nivel de fertilidad de los suelos y asegurar un retorno económico óptimo; para ello se debe implementar un adecuado plan de manejo, que incluya un programa de fertilización con un plan de corrección de pH, con la finalidad de incorporar los elementos deficitarios como el nitrógeno, fósforo y potasio principalmente; así mismo, disminuir la acidez con uso de abonos de reacción alcalina como el superfosfato triple de calcio, superfosfato diamónico o la roca fosfatada Fosbayobar, que es una fuente permanente y de lenta disponibilidad del fósforo; además que por su alto contenido de calcio realiza un efecto tampón que permite reducir la acidez del suelo (como encalante), y por su efecto residual y lenta liberación permite una asimilación adecuada de fósforo durante largos períodos, evitando su pérdida por lixiviación o lavado.

Como fuente de nitrógeno se recomienda la aplicación de urea, nitrato de amonio y cloruro de amonio, y como fuente de potasio el Cloruro de potasio; todos ellos complementados con los abonos orgánicos previamente descompuestos.

El ligero a moderado efecto de la acidez cambiante, se puede corregir usando especies o variedades resistentes o tolerantes a la acidez. Además se recomienda previamente hacer un encalado para reducir los niveles de acidez, y así amortiguar el efecto tóxico del aluminio o manganeso del suelo. Se puede hacer enmiendas en base a carbonato de calcio o dolomita, previamente pulverizada y aplicada en la época adecuada.

Establecimiento y/o mantenimiento de una cubierta vegetal permanente en base a cultivos permanentes alternados con pasturas manejadas, son importantes para reducir la erosión. Así mismo, son importantes las plantaciones mediante el sistema tres bolillo y establecer una cobertura herbácea en combinación de algunas medidas de conservación de suelos, como zanjas de infiltración.

Además, en estas tierras es recomendable la aplicación de técnicas de agroforestería y agro pastoriles, combinando la plantación de especies permanentes (frutales u otros) y una cobertura basal en base a pastos o forestales, en lo posible leguminosas, que permitan proteger el suelo superficial del impacto de las lluvias al mismo tiempo mejorar la fertilidad.

Asimismo, se recomienda diversificar la producción del ecosistema mediante sistemas agroforestales, combinando actividades de carácter agrícola, piscícola, silvicultural, esparcimiento, manejo de los cuerpos de agua, recolección de productos naturales y crianza de animales menores.

- *Especies Recomendables*

Considerando las condiciones edafo-climáticas de la zona, se recomienda implantar especies exóticas y nativas, como: "piña" (*Ananas comosus*), "tumbo" (*Pasiflora cuadrangulares*), "papaya" (*Carica papaya*), "plátano" (*Musa paradisiaca*), "guayaba" o "araza" (*Psidium guajava*), "mamey" o "pomarrosa" (*Mammea americana*), "guaba" (*Inga edulis Mart.*), "caimito" (*Chrysophyllum*

caimito L.), "umarí" (*Poraqueiba sericea*), "pijuayo" (*Bactris gasipaes H.B.K*), "pimienta" (*Capsicum annuum*), "achiote" (*Bixa orellana L.*), "caña de azúcar" (*Saccharum officinarum*), "limón" (*Citrus auratifolia*), "mandarina" (*Citrus nobili*), "toronja" o "pomelo" (*Citrus paradisi*), "limón dulce" (*Citrus limettioides*), "castaña" (*Castanea sativa Millar*), "marañón" (*Anacardium occidentale*) y "chambira" (*Astrocarium chambira*), entre otros.

Sin embargo para mayor precisión en las recomendaciones tales como variedades y ecotipos debe realizarse ensayos de adaptación en campo y hacer un estudio de zonificación de cultivos.

c) *Subclase C3sw*

Ocupan una extensión aproximada de 314.17 ha, equivalente al 0.25% del ámbito de estudio. Se le encuentra entre las cuencas de los ríos Napo, Amazonas y Sub cuenca del río Momón.

Las unidades de suelos incluidas en esta categoría es la unidad edáfica: Quebrada Pinto; con microrelieve plano, drenaje imperfecto y erosión ligera.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones de uso más importantes son de tipo edáfico y de drenaje. El primero, está referida a la fertilidad natural baja con niveles deficientes de materia orgánica, nitrógeno, pero sobre todo de potasio disponible, que son acentuados por la reacción muy fuerte a extremadamente ácida y alta actividad de aluminio. La segunda limitación importante lo constituye régimen de drenaje, con una napa alta que limita la oxigenación de la zona radicular de los suelos.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

Aplicación de fertilizantes orgánicos o minerales de reacción neutra o alcalina, en dosis adecuados de acuerdo a los requerimientos específicos de cada plantación, predio y suelo.

Así mismo, siempre que sea económicamente viable, es importante considerar la implementación de drenes, a fin de evacuar y drenar el agua excedente para mantener la napa freática en niveles bajos, y facilitar el desarrollo de cultivos. Además en estos campos debe sembrarse cultivos permanentes tolerantes al exceso de humedad.

El ligero a moderado efecto de la acidez cambiante, se puede corregir usando especies o variedades resistentes o tolerantes a la acidez. Además se recomienda previamente hacer un encalado para reducir los niveles de acidez, y así amortiguar el efecto tóxico del aluminio o manganeso del suelo. Se puede hacer enmiendas en base a carbonato de calcio o dolomita, previamente pulverizada y aplicada en la época adecuada.

Además, en estas tierras es recomendable la aplicación de técnicas de agroforestería y agro pastoriles, combinando la plantación de especies permanentes (frutales u otros) y una cobertura basal en base a pastos o forestales, en lo posible leguminosas, que permitan proteger el suelo superficial del impacto de las lluvias al mismo tiempo mejorar la fertilidad.

- *Especies Recomendables*

Los sistemas de producción agroforestal incluyen especies leguminosas (Género Inga "Shimbillo" principalmente), ya sea como integrantes del sistema y/o como cobertura. Como cultivos agrícolas se deben considerar aquellas especies de consumo directo y susceptibles a la industrialización, como, *Psidium guajaba* "guayaba", *Euterpe oleracea* "huasai", entre otras; algunas variedades de *Musa sp.* "plátano" resistentes o tolerantes a las condiciones del medio, también *Passiflora grandifolium* "macambo", *Passiflora edulis* "granadilla" de igual manera en los suelos con estas características se puede asociar *Artocarpus altilis* "pan del árbol" ya sea como cercas vivas o como linderos, cuyos frutos son utilizándose en la alimentación animal y humana, ocasionalmente se utiliza la resina como medicina o como pegamento natural.

Sin embargo para mayor precisión en las recomendaciones tales como variedades y ecotipos debe realizarse ensayos de adaptación en campo y hacer un estudio de zonificación de cultivos.

3) Tierras Aptas para Pastos (P)

Ocupan una extensión aproximada de 6034.79 ha, equivalente al 4.85% del ámbito de estudio. Agrupa aquellas tierras cuyas características climáticas, topográficas y edáficas no son favorables para cultivos en limpio ni cultivos permanentes; pero si para mantener una cobertura vegetal en base a pastos, en concordancia con las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios de uso sostenible. Está constituido por tierras que presentan moderadas a intensas limitaciones: presencia de napa freática, fuerte acidez del suelo y pendientes pronunciadas en que se encuentran en algunos casos; dichas características son determinantes para ser consideradas con un potencial para pastos. En base a las limitaciones indicadas se ha identificado las siguientes clases: P3.

3.1) Clase P3

Ocupa una extensión similar al grupo de capacidad de uso mayor que lo incluye. Agrupa tierras que presentan una calidad agrológica baja para el desarrollo de Pastos, con limitaciones muy severas, por lo que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continua. Presentan limitaciones edáficas por el microrelieve y la reacción del suelo, por la fertilidad natural baja y erosión, principalmente. En esta se ha identificado las subclases: P3s, P3se y P3sw.

a) Subclase P3s

Ocupan una extensión aproximada de 2365.71 ha, equivalente al 1.90% del ámbito de estudio. Comprenden aquellas tierras que presentan severas limitaciones edáficas dadas por la extremada acidez, la fertilidad baja y microrelieve ligeramente ondulado, que en conjunto limitan el desarrollo de los pastos.

Se encuentran localizados en Terrazas altas y Colinas bajas, ligeramente disectadas; distribuidos mayormente en la parte media entre la cuenca del río Mazán (Localidades de San José y Puerto Alegre) y Sub cuenca del río Momón (localidad de Santo Tomás); pero también se puede encontrar superficies más pequeñas en las cuencas de los ríos Amazonas (localidades de Las Palmeras, Santa Rosa, San Rafael, Santa María del Ojeal, Santa Clara del Ojea y Base de la Marina), y Napo (Centros poblados de Mazán y Mazán Parque).

Incluye a las unidades edáficas: Mazán y Pucallpa.

- *Limitaciones de Uso*

Sus características limitantes están determinadas por el factor edáfico, expresados por la reacción extremadamente ácida, baja fertilidad natural.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

El uso adecuado y aprovechamiento sostenible de los suelos implica la producción combinada de pastos nativos y mejorados resistentes a condiciones extremas de acidez, así como la siembra de gramíneas y leguminosas como pasturas, y adecuadas prácticas de fertilización. Implementar un manejo adecuado de pastoreo, establecimiento de cercos, control de la capacidad de carga o carga animal, y rotación del ganado para evitar el sobre pastoreo, en este caso la carga animal será más restringida, por ser las limitaciones mayores.

- *Especies Recomendables*

Entre las especies mejoradas y de alto valor nutritivo, se recomienda algunas gramíneas como el *Axonopus scoparius*, "maicillo verde", *Axonopus compressus* "maicillo morado", *Digitaria decumbens* "pangola", *Pennisetum purpureum* "King grass", *Panicum maximum* "castilla", *Brachiaria brizantha*, cv "marandubrachiaría", especies de porte semirrastrero el *Urocloa sp.* "nudillo"; algunas leguminosas como el *Pueraria phaseoloides* "kudzu" y eventualmente el *Centrocrema ovalifolium* "centrocema".

b) *Subclase P3sw*

Ocupan una extensión aproximada de 3040.74 ha, equivalente al 2.45% del ámbito de estudio. Comprenden aquellas tierras que presentan severas limitaciones edáficas dadas por la profundidad efectiva, reacción tendiente a la extremada acidez, y el drenaje, que en conjunto limitan el desarrollo de los pastos. Se encuentran localizados en Terrazas medias y altas de drenaje imperfecto; se distribuyen en las cuencas de los ríos Napo (comunidad de Santa Elena en la quebrada Pinto), Amazonas (comunidades de Yana Mono, y parte posterior de Libertad Vainilla). Incluye a las unidades edáficas: Quebrada Pinto.

- *Limitaciones de Uso*

Sus características limitantes están determinadas por factor edáfico, expresados por la profundidad efectiva superficial limitada por la napa freática alta, reacción muy fuerte a extremadamente ácida y drenaje imperfecto.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

El uso adecuado y aprovechamiento sostenible de los suelos implica la producción combinada de pastos nativos y mejorados resistentes o tolerantes a condiciones extremas de acidez y drenaje, así como la siembra de pasturas gramíneas y leguminosas, con adecuadas prácticas de fertilización.

A fin de atenuar el efecto perjudicial del drenaje imperfecto, en cuanto sea económicamente viable, implementar un sistema de drenes, que faciliten la evacuación del agua, así mantener el nivel freático en niveles bajos o tolerables.

Implementar un manejo adecuado de pastoreo, establecimiento de cercos, control de la capacidad de carga o carga animal, y rotación del ganado para evitar el sobre pastoreo, en este caso la carga animal será más restringida, por ser las limitaciones mayores, teniendo en cuenta también el número de ganado por unidad de superficie y de ésta manera evitar la degradación de los suelos por pisoteo o por erosión hídrica.

- *Especies Recomendables*

Entre las especies mejoradas y de alto valor nutritivo, se recomienda algunas gramíneas como el *Axonopus scoparius*, "maicillo verde", *Axonopus compressus* "maicillo morado", *Pennisetum purpureum* "King grass", especies de porte semirrastrero el *Urocloa sp.* "nudillo"; algunas leguminosas como el *Pueraria phaseoloides* "kudzu".

- c) *Subclase P3se*

Ocupan una extensión aproximada de 628.34 ha, equivalente al 0.51% del ámbito de estudio. Comprenden aquellas tierras que presentan severas limitaciones edáficas dadas por el grado de disección y el microrelieve ligeramente ondulado, que en conjunto limitan el desarrollo de los pastos por el riesgo a la erosión. Se encuentran localizados en Terrazas altas moderada a fuertemente disectadas; Localizadas mayormente en la cuenca del río Mazán (Comunidad de Santa Cruz) y sub cuenca del Momón (parte baja), en las cuencas de los ríos Napo (entre las localidades de Doscientas Millas y Mazán) y Amazonas (parte Norte de la localidad de las Palmeras, localidades de Indiana, Albergue Ceiba Top Lodge, norte de la localidad de Sinchicuy, parte alta de las quebradas Santa Rosa y Santa María). Incluye a la unidad edáfica: Santa Cruz.

- *Limitaciones de Uso*

Sus características limitantes están determinadas por el factor topográfico, expresados por la fuerte disección y microrelieve ligeramente ondulado, los mismos que dotan de un alto riesgo de erosión.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

El uso adecuado y aprovechamiento sostenible de los suelos implica la producción combinada de pastos nativos y mejorados resistentes a condiciones extremas de acidez, así como la siembra de gramíneas y leguminosas como pasturas, y adecuadas prácticas de fertilización.

Implementar un manejo adecuado de pastoreo, establecimiento de cercos, control de la capacidad de carga o carga animal, y rotación del ganado para evitar el sobre pastoreo, en este caso la carga animal será más restringida, por ser las limitaciones mayores.

Son importantes, el mantenimiento de la cobertura vegetal permanente en diferentes estratos, especialmente el estrato herbáceo que proteja de la fuerza erosiva de las precipitaciones pluviales.

Establecer bosques de refugio para el ganado; los bosques de refugio evitarán el sobre costo de diseñar y construir sombras artificiales, serán ambientes naturales y frescos que contribuirá en un ahorro de energía metabólica del ganado, para mantener su temperatura corporal en un nivel adecuado, lo que se traduce en una mayor conversión de este ahorro en carne o leche, además las raíces de los árboles permiten mantener la porosidad del suelo, mejorando el nivel de compactación en forma natural de los potreros.

En área con pendientes, en cuanto sea económicamente viable, es importante considerar la implementación de medidas estructurales de conservación de suelos, tales como zanjas de infiltración.

- *Especies Recomendables*

El *Paspalum conjugatum* "torurco" es el pasto natural más conocido y adaptado a las condiciones de la zona, ocasionalmente *Echinochloa polystachya* "gramalote"; pastos mejorados como *Axonopus scoparius* "maicillo verde", *Axonopus compressus* "maicillo morado", pero es posible sembrar especies mejorados para corte como *Digitaria decumbens* "pangola", *Panicum maximum* "castilla", *Pennisetum purpureum* "King grass", también se puede cultivar pastos de la familia gramíneas asociadas con leguminosas como: *Pueraria phaseoloides* "kudzu" y *Centrocema ovalifolium* "centrocema".

4) Tierras Aptas para Producción Forestal (F)

Ocupa una superficie aproximada de 45589.13 ha, equivalente al 34.26% del área de estudio. Agrupa aquellas tierras cuyas características climáticas, topográficas y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos; pero si para la producción de especies forestales maderables o no maderables, en concordancia con las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios de uso sostenible. En base a las limitaciones indicadas se ha identificado la siguiente clases: F2 y F3.

4.1) Clase F2

Ocupan una extensión aproximada de 14885.81 ha, equivalente al 11.97% del ámbito de estudio. Agrupa tierras de calidad agrológica media; con ligeras limitaciones para actividades de producción forestal, debido a las condiciones edáficas y topográficas. Requiere prácticas moderadas que permitan la instalación de plantaciones forestales y manejo de bosque; y fueron identificados la subclase: F2se F2sw.

a) Subclase F2sw

Ocupan una extensión aproximada de 11845.07 ha, equivalente al 9.53% del ámbito de estudio. Distribuidas en los complejos de orillares e islas, siendo las más representativas en el río Amazonas (Islas Pucallpa, Timicurillo); río Napo (Islas Flauterio, Caya Poza y Nuevo Porvenir).

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Orillar Complejo e Isla, con microrelieve plano y drenaje imperfecto.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son moderadas determinados por el factor de drenaje imperfecto con un nivel freático alto y por consiguiente profundidad efectiva superficial a moderadamente profundo, además el moderado riesgo de inundabilidad por la proximidad a los ríos principales que aumentan su caudal periódicamente.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción forestal ambientalmente sostenible y económicamente rentable, requiere de ligeras prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos.

Los lineamientos de uso y manejo deben estar orientados al aprovechamiento mediante planes y programas racionales y respetando las normas legales, porque las especies establecidas en estas tierras están expuestas a fuertes impactos de extracción selectiva;

Debido a su topografía accidentada, la explotación del bosque se torna un tanto difícil, por lo que se hace necesario el empleo de un método de explotación y de manejo forestal coherentes con la realidad física del medio, tratando de evitar la deforestación, que podría provocar una gran pérdida de suelos por erosión.

- *Especies Recomendables*

Estas tierras aún contienen especies forestales de importancia económica, principalmente para la extracción como madera redonda como para aserrío como *Calycophyllum sp.* "capirona", *Ocotea sp.* "moena".

Es recomendable reforestar las áreas deforestadas en calidad de abandono (como matorrales o purmas), aprovechando algunas especies arbóreas pioneras de áreas inundables.

b) *Subclase F2se*

Ocupan una extensión aproximada de 3040.74 ha, equivalente al 2.45% del ámbito de estudio. Ubicadas mayormente entre la Cuenca del río Mazán (Localidad de Santa Cruz) y sub cuenca del río Momón (parte baja), cuenca del río Napo (entre las localidades de Indiana y Doscientas Millas) y cuenca del río Amazonas (Norte de la comunidad de Las Palmeras, Pucallpa, parte media de la quebrada Santa Rosa, Localidad de Indiana, Albergue Ceiba Top Lodge, Timicurillo, Varadero Mazán, y parte posterior de la comunidad de Sinchicuy).

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Pucallpa y Santa Cruz, con microrelieve ligeramente ondulado y erosión ligera a moderada.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son moderadas determinados por el factor edáfico y topográfico. La limitación de uso más importante está vinculada a las pendientes pronunciadas y al microrelieve que dotan al suelo alto riesgo de erosión por la zona de vida donde se sitúan dichos suelos. Además otra limitación lo constituye la reacción del suelo.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción forestal ambientalmente sostenible y económicamente rentable, requiere de ligeras prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos.

Se debe realizar la reforestación con especies maderables bajo el sistema tres bolillo; y/o mantenimiento y manejo del bosque natural; propiciando a la explotación racional de especies forestales; además de mantener la cobertura vegetal permanente y proteger al suelo del efecto erosivo de las lluvias; complementados con medidas de conservación de suelo tales como terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, y otros que económicamente sean viables.

Debido a su topografía accidentada, la explotación del bosque se torna un tanto difícil, por lo que se hace necesario el empleo de un método de explotación y de manejo forestal coherentes con la realidad física del medio, tratando de evitar la deforestación, que podría provocar una gran pérdida de suelos por erosión.

El uso adecuado de estas tierras también debe orientarse a un aprovechamiento racional del bosque, mediante una extracción selectiva de las especies de mayor valor comercial, con programas de reforestación o enriquecimiento del bosque con especies de igual o mayor valor, adaptadas a las condiciones del medio. Utilizar el bosque en forma integral; teniendo en cuenta plantas medicinales, artesanales, aromáticas, de aceites esenciales, alimenticios, para construcción, y otros productos diferentes de la madera.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable reforestar las áreas deforestadas en calidad de abandono (como matorrales o purmas), aprovechando algunas especies arbóreas pioneras como: "topa" (*Ochroma lagopus*), "pashaco" (*Schizolobium sp.*) y "bolaina" (*Guazuma sp.*), así mismo se recomienda especies maderables tales como: "caoba" (*Swietenia macrophylla*), "cedro" (*Cedrela odorata*), "tornillo" (*Cedrelinga cateniformis*), "ishpingo" (*Amburana cearencis*), "marupa" (*Simarouba amara*), "teca", "tahuarí", "alambre" "tamshi" *Heteropsis flexuosa*, "cesto tamshi" (*Thoracocarpus bissectus*), "cashavara" (*Desmoncus polyacanthos*) y otros.

4.2) Clase F3

Ocupan una extensión aproximada de 27703.33 ha, equivalente al 22.29% del ámbito de estudio. Agrupa tierras de calidad agrológica baja; con moderadas limitaciones para actividades de producción forestal, centrada principalmente en las extremas condiciones edáficas y topográficas. Requiere prácticas de intensas que permitan la instalación de plantaciones forestales; y fueron identificados la subclase: F3s, F3si, F3se, F3sw y F3swi.

a) *Subclase F3se*

Ocupan una extensión aproximada de 2365.71 ha, equivalente al 1.90% del ámbito de estudio. Ocupa una superficie igual Grupo y Clase de capacidad de uso mayor. Se le encuentra con mayor frecuencia entre las cercanías de la desembocadura del río Mazán, Santa Rosa, Santa Lucia, Pucallpa, Sapo Playa, Yarina Isla y otras zonas aledañas.

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad Pucallpa, con microrelieve ligeramente ondulado, erosión ligera y reacción muy fuerte a extremadamente empinada.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son severas determinados por el factor edáfico. La limitación de uso más importante está vinculada a la reacción del suelo, muy fuerte a extremadamente ácido.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción forestal ambientalmente sostenible y económicamente rentable, requiere de intensivas prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos.

Se recomienda el aprovechamiento selectivo y racional de los bosques, elaborando un plan racional de uso, manejo y conservación de las especies forestales; manteniendo una cobertura permanente, evitando la deforestación excesiva, e implementación de prácticas intensivas de reforestación con especies tolerantes a la acidez, con la finalidad de reducir los riesgos de erosión por acción hídrica.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable reforestar las áreas deforestadas en calidad de abandono (como matorrales o purmas), aprovechando algunas especies arbóreas pioneras como: "topa" (*Ochroma lagopus*), "pashaco" (*Schizolobium sp.*) y "bolaina" (*Guazuma sp.*), así mismo se recomienda especies maderables tales como: "caoba" (*Swietenia macrophylla*), "cedro" (*Cedrela odorata*), "tornillo" (*Cedrelinga cateniformis*), "ishpingo" (*Amburana cearencis*), "marupa" (*Simarouba amara*), "teca", "tahuarí", "alambre" "tamshi" *Heteropsis flexuosa*), "cesto tamshi" (*Thoracocarpus bissectus*) , "cashavara" (*Desmoncus polyacanthos*) y otros.

- b) *Subclase F3se*

Ocupan una extensión aproximada de 7012.79 ha, equivalente al 5.64% del ámbito de estudio. Distribuidas mayormente en la cuenca del río Amazonas (Comunidades de Barrio Florido, Astoria, Independencia Milagros, San Luis e Iquique y quebrada Ramírez); pequeñas áreas en la cuenca del río Napo (comunidad de Petrona Isla).

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Santa Cruz y Barrio Florido, con microrelieve ligeramente ondulado y erosión moderada.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son severas determinados por el factor topográfico y en menor proporción edáfica. La limitación de uso más importante está vinculada a la topografía (microrelieve ligeramente ondulado, erosión moderada y pendientes muy pronunciadas), la cual determina que su potencial hidroerosivo sea muy alto.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción forestal ambientalmente sostenible y económicamente rentable, requiere de intensivas prácticas y medidas de manejo y conservación de suelos. Debido a las pendientes que predominan en estos suelos y la erosión actual, se debe realizar la reforestación con especies maderables bajo el sistema tres bolillo; y/o mantenimiento y manejo del bosque natural; propiciando a la explotación racional de especies forestales; además de mantener la cobertura vegetal permanente y proteger al suelo del efecto erosivo de las lluvias, evitando en todo momento la deforestación excesiva; complementados con medidas de conservación de suelo tales como terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, y otros que económicamente sean viables.

Debido a su topografía accidentada, la explotación del bosque se torna un tanto difícil, por lo que se hace necesario el empleo de un método de explotación y de manejo forestal coherentes con la realidad física del medio, tratando de evitar la deforestación mediante la extracción selectiva, que podría provocar una gran pérdida de suelos por erosión.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable reforestar las áreas deforestadas en calidad de abandono (como matorrales o purmas), aprovechando algunas especies arbóreas pioneras como: "topa" (*Ochroma lagopus*), "pashaco" (*Schizolobium sp*) y "bolaina" (*Guazuma sp*), así mismo se recomienda especies maderables tales como: "caoba" (*Swietenia macrophylla*), "cedro" (*Cedrela odorata*), "tornillo" (*Cedrelinga cateniformis*), "ishpingo" (*Amburana cearencis*), "marupa" (*Simarouba amara*), "teca", "tahuarí", "alambre" "tamshi" *Heteropsis flexuosa*), "cesto tamshi" (*Thoracocarpus bissectus*), "cashavara" (*Desmoncus polyacanthos*) y otros.

c) *Subclase F3si*

Ocupan una extensión aproximada de 7070.56 ha, equivalente al 5.69% del ámbito de estudio. Distribuidas mayormente en la cuenca del río Amazonas (localidades de Yaguas Tipishca, Nuevo Miraflores, Santa Sofía, Villa María, Capironal, Sapo Playa, San Pedro, y Timicuro), en la cuenca del río Napo (localidades de Flor de Agosto, San Pablo de Caya Poza, Pintullacta, San Antonio de Miraño, Yurac Yacu, 28 de Octubre Primero de Enero, Yarina Isla, Juancho Playa, Nuevo San Martín, Nuevo Progreso y Francisco de Orellana).

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Capirona, con microrelieve plano, inundabilidad moderada y erosión ligera.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son severas determinados por el factor de inundabilidad; debido a que estacionalmente son inundados por el crecimiento de los ríos.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

La utilización de estas tierras para la producción forestal ambientalmente sostenible y económicamente rentable, requiere del mantenimiento de las especies maderables y manejo del bosque natural adaptada a dichas condiciones; propiciando a la explotación racional de especies forestales; además de mantener la cobertura vegetal permanente y proteger al suelo del efecto erosivo de las inundaciones, mantenimiento de la cubierta vegetal ribereña, evitando en todo momento la deforestación excesiva.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable el mantenimiento de las especies forestales nativas adaptadas a las condiciones inundadas y de mal drenaje.

d) *Subclase F3sw*

Ocupan una extensión aproximada de 885.33 ha, equivalente al 0.71% del ámbito de estudio. Distribuidas mayormente en la cuenca del río Amazonas (localidades de Sapó Playa), en la cuenca del río Napo (Yarina Isla y Francisco de Orellana) y otras zonas aledañas. Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Quebrada Pinto y Francisco de Orellana, con microrelieve plano, profundidad superficial, drenaje pobre a imperfecto y erosión ligera a muy ligera.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son severas determinados por el factor edáfico y drenaje; el primero, debido a que la profundidad efectiva es superficial, y el segundo, debido al régimen de drenaje pobre a imperfecto.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

El uso y manejo de estas tierras están en función a las condiciones del ecosistema, teniendo como base, especies forestales adaptadas al medio, resistentes o tolerantes a suelos de mal drenaje y saturados con agua.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable el mantenimiento de las especies forestales nativas adaptadas a las condiciones de mal drenaje, como el caso de *Ceiba pentandra* "lupuna".

d) *Subclase F3swi*

Ocupan una extensión aproximada de 10368.92 ha, equivalente al 8.34% del ámbito de estudio. Distribuidas generalmente a lo largo de las márgenes de los ríos Mazán, Napo (Isla Paiche Playa, áreas cercanas a la comunidad de 1º de Enero, Cocha Azul y Quebrada Yarina).

Las unidades de suelos agrupados dentro de esta categoría, corresponden a la unidad edáfica de Huicungo y Francisco de Orellana, con microrelieve plano, profundidad superficial a moderadamente profundo, drenaje pobre a imperfecto y erosión muy ligera.

- *Limitaciones de Uso*

Las limitaciones son severas determinados por el factor edáfico, drenaje e inundabilidad; el primero, debido a que la profundidad efectiva es superficial; y el segundo, debido al régimen de drenaje pobre a imperfecto; y el tercero, debido a la inundación estacional de dichas áreas.

- *Lineamientos de Uso y Manejo*

El uso y manejo de estas tierras están en función a las condiciones del ecosistema, teniendo como base, especies forestales adaptadas al medio, resistentes o tolerantes a suelos de mal drenaje y saturados con agua.

- *Especies Recomendables*

Es recomendable el mantenimiento de las especies forestales nativas adaptadas a las condiciones de mal drenaje, como el caso de *Ceiba pentandra* "lupuna", *Mauritia flexuosa* "aguaje" y otras especies.

5) Tierras de Protección (X)

Ocupan una extensión aproximada de 63755.50 ha, equivalente al 51.29% del ámbito de estudio. Están constituidas por aquellas tierras con limitaciones extremas, que no reúnen las condiciones ecológicas, topográficas y edáficas mínimas requeridas para los cultivos, pastos o producción forestal, quedando relegadas para otros propósitos. Incluyéndose, dentro de este grupo los cauces de ríos y quebradas, que aunque presentan cubierta vegetal natural boscosa, arbustiva y herbácea, deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores de belleza escénica, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o de interés social.

Este grupo de tierras (X) se distribuye indistintamente a lo largo del ámbito de estudio, dentro de este Grupo de Tierras, no se considera Clases ni Subclases de Capacidad de Uso Mayor, pero por razones prácticas se estima necesario destacar el tipo de limitación que restringen su uso, mediante la representación en letras minúsculas que indican la(s) limitaciones que contiene y que acompañan al símbolo X.

Dentro de este Grupo de acuerdo a las condiciones de la zona, se han determinado las siguientes Unidades: Xi, Xe, Xw.

i) Unidad: Xiw

Ocupan una extensión aproximada de 33257.46 ha, equivalente al 26.75% del ámbito de estudio. Se le encuentra indistintamente en distribuidos en los complejos de orillares e islas, siendo las más representativas en el río Amazonas (Islas Pucallpa, Timicurillo); río Napo (Islas Flauterio, Caya Poza y Nuevo Porvenir) y otras zonas aledañas.

Agrupada a la unidad edáfica: Orillar, Islas, Aguajal y Francisco de Orellana, suelos superficiales a efímeros, drenaje imperfecto a muy pobre, con severo riesgo de inundabilidad.

La limitación principal está referida al factor de inundabilidad y drenaje; el primero, debido a la inundación estacional duradera y profundo de estas tierras; y el segundo, debido a las limitadas condiciones de drenaje.

El manejo y uso de estas tierras deben estar orientados al mantenimiento e implementación de la cobertura vegetal natural, que sirva como hábitat a la fauna silvestre, proporcione protección de las cuencas hidrográficas y a las condiciones ambientales de la zona, o constituya valores escénicos, áreas recreativas y otros que impliquen beneficios colectivos, retribución económica o de interés social.

ii) Unidad: Xe

Ocupan una extensión aproximada de 7012.79 ha, equivalente al 5.64% del ámbito de estudio. Se le encuentra en las cercanías de Sapo Playa, Nuevo Sinai, Pucallpa, Iquique, Indiana y otras zonas aledañas.

Agrupar a la unidad edáfica: Pucallpa, Barrio Florido y Nuevo Triunfo, constituido por suelos desarrollados, profundos, pendientes pronunciadas y microrelieve ondulado.

La limitación principal está referida al factor topográfico, debido a que dichos suelos están situados en áreas con pendientes pronunciadas, microrelieve ondulado y moderado a fuertemente disectados, que dotan al suelo con alto riesgo de erosión.

Los lineamientos de uso y manejo deben orientarse a áreas protegidas, ecoturismo, conservación y preservación de la biodiversidad.

Así mismo el manejo de estas tierras deben estar orientados al mantenimiento permanente de la cobertura vegetal natural, que sirva como hábitat a la fauna silvestre, proporcione protección de las cuencas hidrográficas y a las condiciones ambientales de la zona, o constituya valores escénicos, áreas recreativas y otros que impliquen beneficios colectivos, retribución económica o de interés social. En zonas de interés es importante realizar un plan de reforestación con fines de protección, principalmente con especies endémicas o nativas, que tienen una buena posibilidad de adaptación además de dotarle belleza paisajística.

iii) Unidad: Xw

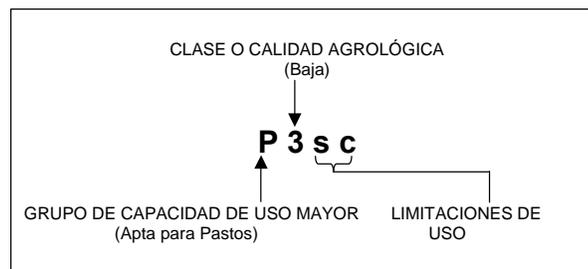
Ocupan una extensión aproximada de 257.0 ha, equivalente al 0.21% del ámbito de estudio. Se localizan en las inmediaciones de las cuencas de los ríos Amazonas y Napo al sur este de la laguna Yanayacu. Agrupa a la unidad edáfica: Quebrada Pinto, constituido por suelos superficiales, microrelieve plano y drenaje muy pobre.

La limitación principal está referida al factor de drenaje, debido a que dichos suelos están situados en áreas con drenaje muy pobre.

Los lineamientos de uso y manejo deben orientarse a áreas protegidas, ecoturismo, conservación y preservación de la biodiversidad.

6.2.6.3.3 Explicación del Símbolo

En el mapa de capacidad de uso mayor de los suelos (**Plano MA-0812**), las respectivas asociaciones están identificadas por un diseño de colores y por un símbolo quebrado, en cuyo numerador figura la unidad o asociación de unidades de Capacidad de Uso Mayor, así como las limitaciones; mientras que en el denominador figura la pendiente. Por ejemplo:



significa: suelos aptos para pastos, de calidad agrológica baja y limitación por suelo y clima.

6.2.6.4 Uso Actual

6.2.6.4.1 Generalidades

El uso de la tierra constituye un material de suma utilidad, puesto que proporciona información que permite determinar, evaluar y clasificar las diferentes formas de utilización de la tierra por el hombre; el análisis de esta información y su representación cartográfica representa la base de partida para la realización de programas de incorporación, reordenamiento, conservación y/o recuperación de tierras.

6.2.6.4.2 Categorías y Clases de Uso Identificados

Con la información obtenida en campo sobre el uso de la tierra, en el ámbito de estudio, se ha definido los distintos tipos de ocupación territorial, las mismas que fueron clasificadas mediante la clave propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), y adaptados a nuestras condiciones, que establece nueve categorías de uso, tal como se muestra en el **Cuadro N° 01-UA**.

Cuadro N° 01-UA
Categorías y Clases de Uso Actual de las Tierras

| Categorías | Clases |
|---|--|
| 1. Terrenos urbanos y/o instalaciones o lugares públicos y privados | Poblacional |
| | Vías de Comunicación |
| | Paisajístico |
| | Paisajístico y recreacional |
| | Industrial |
| 2. Terrenos con cultivos de hortalizas | Agrícola con hortalizas |
| 3. Terrenos con cultivos permanentes | Agrícola con cultivos asociados |
| 4. Terrenos con cultivos extensivos | |
| 5. Terrenos con Praderas mejoradas | Pecuario con Pastos Cultivados o Mejorados |
| 6. Terrenos con pastos naturales | Pecuario con Pastos Naturales |
| 7. Terrenos con bosques naturales y/o cultivados | Forestal Natural |
| 8. Terrenos pantanosos y/o cenógogos | Terrenos Pantanosos |
| 9. Terrenos sin Uso | Sin Uso |

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

El primer grupo comprende a Áreas dedicadas a usos urbanos con instalaciones gubernamentales y/o privados. Las siguientes categorías están referidas a áreas destinadas a los diferentes usos agrícolas, comprendiendo los ocupados por los cultivos de hortalizas, cultivos permanentes (sean arbustivas o semiarbustivas como frutales y otros), cultivos extensivos (Entre ellas cultivos anuales). La siguiente categoría corresponde a Praderas mejoradas y Pastos naturales; que corresponde a tierras ocupadas por pastos naturales temporales y permanentes.

La antepenúltima categoría corresponde a las tierras ocupadas por bosques, sean bosques naturales y/o cultivados, únicamente se ha encontrado bosques naturales. Hay dos más referidos a terrenos no productivos; que son los pantanos y ciénagas, representado por los terrenos pantanosos; y finalmente las tierras improductivas o sin uso. La última categoría clasifican a los terrenos que se encuentran sin uso, ya sean terrenos eriazos, laderas muy empinadas, entre otras. El predominio de las categorías de uso en el área de estudio, se debe a diversos factores principalmente a la disponibilidad de recursos, características topográficas, climáticas y otros aspectos socioeconómicos.

En el momento del mapeo, la mayor proporción de tierras lo ocupa las tierras con Bosque natural primario y secundario; seguido de tierras sin uso o improductivos. Las tierras de uso agrícola representa el 1.73% del área de estudio; los mismos que están ocupados por los diferentes cultivos con valor agropecuario tales como cultivos extensivos, y como inclusiones los cultivos permanentes y hortalizas.

6.2.6.4.3 Descripción del Uso Actual de la Tierra

Los diferentes tipos de uso de tierras del ámbito de estudio, fueron clasificados mediante una adaptación de la clave propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI) a las necesidades del proyecto.

La importancia en cuanto a extensión y/o valor de los diferentes tipos de usos y no uso, que integran las categorías de uso, determinó la separación de estas en clases y sub clases, de manera que el conjunto global refleje adecuadamente la fisonomía del área de estudio.

En el **Cuadro N° 02-UA**, se presenta un resumen de la fisonomía de ocupación en el ámbito de estudio del Proyecto "Construcción de la Central Hidroeléctrica Mazán"; donde cada unidad de mapa fue integrado en Clases y Categorías de uso de tierras; dichos niveles de agrupación representan a los distintas formas de uso y no uso de territorio, que fueron determinados en el momento del mapeo; de manera que el conjunto global resultante, refleje la actual estructura de ocupación de los espacios territoriales de la zona de estudio.

Cuadro N° 02-UA

Extensión de las Categorías, Clases y Sub Clases de Uso Actual de la Tierra

| Categorías | Clases | Sub Clase | Símbolo | Extensión | |
|---|--|--------------------|---------|------------------|---------------|
| | | | | ha | % |
| 1. Terrenos urbanos y/o instalaciones o lugares públicos y privados | Poblacional | Centro poblado | CP | 798,22 | 0,64 |
| | Vías de Comunicación | Carreteras | CV | 25,81 | 0,02 |
| | Paisajístico | Cuerpos de agua | CCA | 23294,31 | 18,74 |
| | Paisajístico y recreacional | Playas | CPy | 1209,49 | 0,97 |
| | Industrial | Poliducto | IP | 30,32 | 0,02 |
| 2. Terrenos con cultivos de hortalizas | Agrícola con hortalizas | Hortalizas | | * | |
| 3. Terrenos con cultivos permanentes | Agrícola con cultivos asociados | Cultivos asociados | AA | 2162,08 | 1,74 |
| 4. Terrenos con cultivos extensivos | | | | | |
| 5. Terrenos con Praderas mejoradas | Pecuario con Pastos Cultivados o Mejorados | Pastos Asociados | PN | 394,55 | 0,32 |
| 6. Terrenos con pastos naturales | Pecuario con Pastos Naturales | | | | |
| 7. Terrenos con bosques naturales y/o cultivados | Forestal Natural | Aguajal | BA | 8429,60 | 6,78 |
| | | Purma | BR | 2065,01 | 1,66 |
| | | Bosque primario | BP | 65087,61 | 52,36 |
| | | Bosque secundario | BS | 20627,56 | 16,59 |
| 8. Terrenos pantanosos y/o cenógogos | Terrenos Pantanosos | Pantanos | TP | 185,70 | 0,15 |
| 9. Terrenos sin Uso | Sin Uso | Sin Uso | | | |
| Superficie Total | | | | 124310,26 | 100,00 |

(*): Áreas muy pequeñas que constituyen solo inclusiones

Elaboración: Ing. Gabriel Larota Catunta / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Diciembre del 2013.

La determinación y descripción del uso de la tierra por categorías, clases y Sub Clases fue realizado, siguiendo los lineamientos de clasificación propuesta por la Comisión sobre Inventario Mundial del Uso de la Tierra de la Unión Geográfica Internacional, efectuada en 1956 en Río de Janeiro Brasil, el mismo que fue adaptado a las condiciones Peruanas. Contiene información sobre área física de cultivo, área anual de producción y ubicación de las principales categorías, clases y sub clases de uso de la tierra.

Del **Cuadro N° 02-UA** podemos manifestar que en la zona de estudio existen siete (7) categorías de uso de tierras, tales como: poblacional, cultivos permanentes y cultivos extensivos en forma asociada, terrenos con praderas mejoradas y terrenos con pasturas naturales también asociados, terrenos con Bosques y los terrenos pantanosos. Mientras que los terrenos con cultivos de hortalizas y terrenos sin uso constituyen inclusiones dentro de otras formas de uso de tierras, que no fueron posibles de ser cartografiados en forma independiente.

6.2.6.4.4 Descripción por Categorías, Clases y Unidades de Uso de la Tierra

La descripción del uso actual de las tierras del ámbito del Proyecto "Construcción de la Central Hidroeléctrica Mazán y el Sistema de Transmisión"; considera como una Sub Clase de uso, a aquel que está representado en el mapa de Uso Actual de tierras, con un área determinado y una posición cartográfica; a la vez representa una o más formas de uso de territorio. En el **Cuadro N° 02-UA** se puede apreciar cada uno de las Sub Clases de uso determinados y mapeados en campo; los que fueron agrupados en clases y categorías de uso de tierras, de acuerdo al sistema antes mencionado. Con la información obtenida se ha clasificado el uso de la tierra en categorías, las mismas que fueron separados hasta clases y Sub Clases de uso de acuerdo a su importancia en extensión, de manera que refleje la actual estructura de ocupación del área bajo estudio. A continuación se describen las principales características de las categorías.

a) Clase de Terrenos Urbanos y/o locales de instituciones públicas y privadas:

Caracterizados por las zonas ocupados por los centros poblados y por las instalaciones construidas por el hombre para uso diferente a la habitabilidad, y zonas de uso público.

Los terrenos de la Clase de uso Urbano Poblacional, ocupa una extensión de 798.22 ha, equivalente al 0.64% del área del estudio. Se subdivide en la Sub Clase de Centros Poblados que comprende la misma extensión mencionada. Entre los principales Centros Poblados tenemos Puerto Alegre y San José; en la cuenca del río Mazán; Flor de Agosto, Nuevo Porvenir, San Pedro de Caya Poza, Buena Vista, Pintullacta, Mazán, Docientas Millas, Petrona Isla, san Antonio de Miraño, Yurac Yacu Primero de Enero, Yarina Isla, Juancho Playa, Nuevo San Martín Tigrillo, Nuevo Progreso, Francisco de Orellana, Canal Pinto y Santa Elena en la cuenca del río Napo; San Pedro, Caballocochillo, Libertad Vainilla, Nuevo Miraflores, Santa Sofía, José Carlos Mariategui, Capironal, Sapoplaya, Ramón Castilla, Las Palmeras I y II Zona, Yana Mono I y II Zona, Santa Isabel, Pucallpa, Indiana, Timicurillo I, II, Zona, San Rafael, Sinchicuy, Santa María del Ojeal I, II, III Zona, Santa Clara del Ojeal I, II, y II Zona, Centro Arenal, Barrio Florido y Astoria en la cuenca del río Amazonas.

La clase de terrenos con Vías de Comunicación, ocupa una extensión aproximada de 25.81 ha, equivalente al 0.02% del área del estudio. Se subdivide en la Sub Clase de Carreteras, que constituyen las principales vías de comunicación entre los centros poblados. Está situado al sur del río Napo, y a la margen izquierda del río Amazonas.

Los terrenos de la clase Paisajístico, ocupa 23294.31 ha, equivalente al 18.74% del área de estudio. Se subdivide en la Sub Clase de Uso de tierras ocupadas por Cuerpos de Agua, y se sitúan a lo largo del ámbito de estudio. Incluye los espejos de agua de los ríos Amazonas, Napo, Mazán, y lagos como Yuracyacu, Yutococha, Huamán Cocha, Hatúncocha, (río Napo); Victoria Regia (río Amazonas) y laguna Yutococha (río Mazán), entre las más importantes. Entre las Unidades importantes se pueden mencionar a los siguientes:

Cochas: El ecosistema de cochas y lagunas comprende los ambientes lénticos formados por las modificaciones del curso de los ríos. La mayor cantidad de cochas y lagunas se han formado a lo largo de la llanura meándrica del río Napo y río Amazonas. Entre ellas figuran las siguientes: Yuracyacu, Yutococha, Huamán cocha, Hatúncocha, (río Napo); Victoria Regia (río Amazonas) y laguna Yutococha (río Mazán).

Ríos principales: Este ecosistema acuático está comprendido por los ríos principales de aguas blancas y aguas negras, tales como, Amazonas, Napo, y Mazán.

Los terrenos de la clase Paisajístico Recreacional, ocupa 1209.49 ha, equivalente al 0.97% del área de estudio. Se subdivide en la Sub Clase de Uso de tierras ocupadas por Playas, que constituyen depósitos de arenas contiguos a los ríos, cuyo uso más importante es la recreacional, se sitúan a ambos márgenes de los ríos Amazonas, Napo, Mazán, y algunos lagos.

b) Terrenos con cultivos de hortalizas

Comprenden las zonas agrícolas cultivadas con especies de hortalizas, en los que se hace el uso más intensivo de las tierras con remoción de la tierra cuando menos anual. Esta categoría de uso tiene aplicación principalmente dentro de los terrenos de uso agrícola, debido a la mínima extensión, condicionado por el clima y el ecosistema. Dicha categoría, se subdivide en la Clase Agrícola: Hortalizas, que ocupan extensiones pequeñas, por lo que están asociadas con cultivos permanentes y extensivos, formando la gran unidad de terrenos con cultivos agrícolas. Dicha clase está comprendida de varias unidades de terrenos hortícolas, ocupados por olerizas como frijol, maíz, melón, sandía, entre otros.

c) Terrenos con cultivos permanentes

Referidas a zonas agrícolas cultivadas con especies perennes, cuya permanencia en campo es de varios años. Ocupan extensiones no continuos, ya que en un predio o parcela ocupan una parte de ella, por lo que están asociadas generalmente con cultivos extensivos, formando la Clase Agrícola de cultivos asociados. Se sitúan en terrenos de pendiente variada, y condiciones edáficas diversas. Dicha categoría se subdivide en la Sub Clase de: Terrenos con Cultivos Asociados (frutales y plantas medicinales). A continuación se describe, los aspectos más fundamentales de las clases correspondientes.

La mayoría de las áreas agrícolas de Cultivos Permanentes, se localizan cerca a los centros poblados, distribuyéndose mayormente en ambas márgenes de ríos, quebradas y lagunas por la accesibilidad fluvial que presentan para el desplazamiento de los agricultores y para facilitar el transporte de los productos hacia los centros de consumo y comercialización.

Por otro lado es importante indicar que de acuerdo a la consulta ciudadana y por la observaciones realizadas en el campo se ha podido determinar que la agricultura que realizan en la mayoría de las cuencas y subcuencas del área de estudio se puede considerar como semi intensiva debido que algunos agricultores de estas áreas se establecen por más tiempo en sus parcelas y cultivan en forma consecutiva por espacio de más de 10 años especies como, *Saccharum officinarum* "caña de azúcar", entre otras y manteniendo similares rendimiento en las diferentes campañas; esto nos indica además que estos suelos a pesar que químicamente no muestran excelentes condiciones existen otros factores que es necesario estudiar a mayor detalle para identificar su influencia en el rendimiento de los mismos.

Terrenos agrícolas Frutales, ocupa menor proporción del área dedicado a cultivos agrícolas; está conformado por Huertos frutales y Plantaciones de Frutales, que ocupan una proporción variable, con árboles de frutales y otros cultivos permanentes conformados por huertos familiares, destacándose asociaciones con más de cinco especies, entre las más comunes *Citrus sp.* "cítricos", *Mangifera indica* "mango", *Bactris gasipaes* "pijuayo", *Paraqueiba paraensis* "umarí", *Anacardium occidentale* "marañón", *Coffea arabica* "café", *Persea americana* "palto", *Inga sp.* "guaba", *Artocarpus altilis* "pan de árbol", *Pourouma cecropiaefolia* "uvilla", *Pouteria caimito* "caimito" entre otras., etc. Dichos cultivos frecuentemente son realizados para autoconsumo.

d) Terrenos con cultivos extensivos

Constituye la categoría más importante, por el uso y la importancia en la economía y el sustento de los pobladores de la zona en estudio.

En esta categoría se agrupan los cultivos anuales de corto a mediano periodo vegetativo. Se sitúan indistintamente en todo el ámbito de la zona en estudio; ya que la distribución de las especies cultivadas está muy relacionada a los factores edáficos. La categoría de terrenos con cultivos extensivos se divide en la clase: Clase Agrícola de cultivos anuales asociados a cultivos permanentes que en conjunto ocupan 2162.08 ha, equivalente a 1.74% del ámbito de estudio.

La clase Agrícola de cultivos anuales, son aquellas que propiamente están ocupados con cultivos de pan llevar, tanto para el sustento del productor mediante autoconsumo o para la comercialización. Ocupan extensiones no continuos, ya que en un predio o parcela ocupan una parte de ella, por lo que están asociadas generalmente con cultivos permanentes, para formar la gran unidad de cultivos asociados. Se sitúan en terrenos de pendiente variada, y condiciones edáficas diversas. En relación al área total de estudio, representan bajo porcentaje, debido a la restricción por factores principalmente topográficos, edáficos y socio económicos.

De manera general las actividades agrícolas se realizan en diferentes pisos fisiográficos, siendo las terrazas medias y bajas con suelos aluviales subrecientes y recientes y de mediana fertilidad natural, donde se obtienen mejores rendimientos a pesar de tener grandes limitaciones por las inundaciones periódicas de los ríos, los mismos que duran de 4 a 5 meses y no permiten utilizar por más tiempo; por lo tanto, se siembran especies de periodo vegetativo corto, como la *Manihot sculenta* "yuca", *Musa sp.* "plátano", *Oryza sativa* "arroz", *Zea mays* "maíz"; algunas leguminosas de grano como *Vigna unguiculata* "caupí", *Phaseolus vulgaris* "fríjol", *Arachis hypogaeae* "maní", entre otras.

Se concentran mayormente a lo largo de los principales ríos como el Amazonas, Napo, y Mazán, así como en áreas cercanas a los lagos y principales centros poblados y caseríos.

e) Terrenos con praderas mejoradas

En esta categoría de uso comprenden, a los terrenos de uso pecuario, con praderas mejoradas, donde los pastizales naturales que fueron mejorados, con fines de elevar su palatabilidad, contenido proteico, su rendimiento en producción de materia seca, entre otros; esta categoría tiene aplicación en el área de estudio, mediante el establecimiento de pastizales destinados para la producción ganadera, utilizando ya sea especies de gramas nativas y/o mejoradas, predominando las nativas como *Paspalum conjugatum* "torurco" y mejoradas *Axonopus scoparius* "maicillo verde", *Axonopus compressus* "maicillo morado" "King grass", y *Brachiaria brizanta cv* "marandu", y *Pueraria phaseoloides* "kudzu", entre lo más comunes; por las características de adaptabilidad y fácil establecimiento además de soportar suelos de baja fertilidad natural. El sistema de rotación tiene generalmente la particularidad siguiente; al cultivo de pasto sigue a la deforestación, luego de la siembra de algunas especies alimenticias y frutícolas, para después quedar solamente el pastizal.

En general en el sector los pastizales se encuentran en diferentes pisos fisiográficos, notándose con mayor frecuencia en terrazas medias de drenaje bueno a moderado y terrazas altas localizados en zonas cercanas o colindantes a los centros poblados con áreas muy restringidas y destinados a cubrir la demanda alimentaria del ganado vacuno y bubalino. En el área de estudio se localizan en las comunidades de San Rafael, Barrio Florido entre los más principales.

f) Terrenos con pastos naturales

Comprenden zonas cubiertas por vegetación natural conocidas como pastura natural, de crecimiento temporal o permanente. Comprende la clase de uso pecuario con pastos naturales, que se encuentra generalmente asociada con pastos mejorados, por lo que fueron mapeados en forma conjunta con los pastos mejorados, y entre ambos ocupan aproximadamente 394.55 ha, equivalente al 0.32% del área de estudio.

Esta categoría se divide en la clase de terrenos de uso Pecuario con pastos naturales. Por las características de sus componentes fueron subdivididos en la sub clase y Unidades de uso: Pasto natural permanente.

La Sub Clase de pastura natural permanente; Está comprendido por las pasturas situados en el ámbito de estudio, que por la humedad del ambiente, la pastura sufre menor estrés de humedad y por la especies vegetales resistentes a la humedad, pueden soportar el pastoreo en forma permanente, bajo una carga animal adecuada.

La cobertura vegetal ha sido definida por su fisonomía constituida mayormente por gramíneas, formando plantas gruesas y medias con hojas anchas y angostas, de diferentes familias.

En general las pasturas se encuentran en diferentes pisos fisiográficos, notándose con mayor frecuencia en terrazas medias de drenaje bueno a moderado y terrazas altas localizados en zonas cercanas o colindantes a los centros poblados con áreas muy restringidas y destinados a cubrir la demanda alimentaria del ganado vacuno y bubalino. En el área de estudio se localizan en las comunidades de Yana Mono II zona, San Rafael, Barrio Florido, entre los más principales.

Por otro lado en el área de estudio se puede distinguir dos formas o técnicas bien marcadas de manejo; una de ellas es el manejo extensivo y donde se ha podido observar ganados vacunos alimentándose con pastos naturales *Paspalum conjugatum*. "torurco" y *Brachiaria sp.* principalmente, por consiguiente animales con bajo rendimiento de carne y leche; por otro, la crianza semi intensiva con un sistema de rotación de los animales dentro la pastura y alimentados con pasto al corte *Axonopus scoparius* "maicillo" (variedad verde), *Brachiaria brizantha cv* "marandu", *Pueraria phaseoloides* "kudzu" y King grass, complementados con alimentos balanceados en pequeñas proporciones, con mejores rendimientos en carne y leche por hectárea.

g) Terrenos con Bosques naturales y/o cultivados

En la zona de estudio existen bosques propiamente dichos, siendo muy esporádicas las plantaciones forestales o bosques cultivados. Se subdivide en terrenos forestales cultivados y naturales, siendo el más común los últimos. Clase de terreno forestal natural arbustivo; son aquellas áreas ocupadas por una vegetación arbustiva y semiarbustiva, de especies forestales nativas y se subdivide en Forestal natural Arbustivo que constituyen bosques de distintos grados de desarrollo. Está comprendido por vegetación arbustiva de porte bajo, medio y alto, situado en la zona de vida de "bosque húmedo tropical" y "bosque húmedo tropical transicional al bosque muy húmedo tropical"; se desarrollaron favorecidos por la humedad de las precipitaciones que se presentan en la zona y que en la actualidad son fuentes de maderas, leñas y muchos otros productos de bosque para los pobladores de la zona. La clase de tierras de uso forestal natural, es dividida en las sub clases de Aguajal, Purma, Bosque Primario y Bosque Secundario.

La sub clase de Terrenos con Aguajales; ocupa aproximadamente 8429.60 ha que representa el 6.78% de la superficie total. Localizados principalmente en terrazas bajas, medias con drenaje muy pobre y en las partes depresionadas de las terrazas altas con zonas de mal drenaje. En estas áreas predominan la especie *Mauritia flexuosa* "aguaje" y otras palmeras como *Euterpe precatoria* "huasaí", *Socratea sp.* "casha pona", entre otras; en el mapa se le observa mayormente desde el Centro poblado de 9 de Octubre hasta la parte sur de la comunidad de Nuñez cocha en la cuenca del río Napo y desde sur oeste de la comunidad de Flor de Agosto hasta Buena Vista en la cuenca del río Mazán; en forma dispersa y áreas pequeñas en la cuenca del río Amazonas.

Los usos más frecuentes de éstas áreas se relacionan con la extracción selectiva de especies maderables para aserrío, madera redonda para construcción, así como de productos diferentes a la madera como: frutos de *Mauritia flexuosa* "aguaje", hojas de *Lepidocaryum tessmanii* "irapay", *Maximiliana regia* "shapaja" otros frutos, corteza, látex, resinas, raíces, lianas, plantas ornamentales, medicinales y fauna silvestre.

La sub clase de tierras con Purmas; ocupan aproximadamente 2065.01 ha que representa el 1.66% de la superficie total. Está compuesta mayormente por especies pioneras, herbáceas y arbustivas hasta cinco años de regeneración, con abandono parcial o total de la chacra. Están distribuidas en cualquier paisaje y ambiente fisiográfico, se forman como consecuencia de las actividades agrícolas de tipo migratorio que se practica en el área; encontrándose mayormente en las terrazas bajas, medias, altas, complejo de orillares e islas.

Con fines descriptivos y de identificación temática, en el presente estudio se entiende con el término "purma" aquellas áreas que fueron utilizadas en actividades agrícolas y que se encuentran en descanso durante algún tiempo debido al agotamiento de la fertilidad natural y con la finalidad de que esto se regenere. Una de las características importantes de las purmas que se localizan en los complejos de orillares y terrazas bajas es que son reutilizadas en periodos de tiempo más cortos (2 a 3 años) por presentar suelos de mejor calidad que las distribuidas en zonas de tierra firme.

Tierras con Bosques Secundarios; ocupan aproximadamente 20627,56 ha, que representa el 16.59% de la superficie total. Comprende aquellas áreas donde la vegetación primaria ha sido deforestada por el hombre para realizar actividades agrícolas migratorias, cuyas secuencias están bien determinadas por tiempo de uso y cada una de ellas establece una especie de rotación de las parcelas y etapas productivas. Se encuentran en diferentes unidades fisiográficas, concentrándose mayormente en terrazas medias de drenaje bueno a moderado, terrazas altas ligera a moderadamente disectada cercanos a las comunidades del sector, complejo de orillares e islas.

Debido al tiempo prolongado de abandono, ha dado lugar a la regeneración del bosque, constituyendo la vegetación natural en su segundo estadio sucesional; son más antiguas que las purmas y tienen más de cinco años y la vegetación empieza a ser maderable. La regeneración del bosque se realiza de manera natural, debido al tiempo de abandono, se inicia la dispersión y germinación de semillas que provienen del bosque cercano, en las que se desarrollan especies como *Cecropia sp.* "cetico", *Inga sp.* "shimbillo", *Jacaranda copaia* "huamansamana" y *Ochroma pyramidalle* "topa", *Callycophyllum sp.* "capirona", entre otras.

Los bosques secundarios se localizan generalmente en áreas circundantes a los centros poblados, encontrándose más cantidad en el Amazonas debido a la presencia de mayor número de localidades y menor presencia se observa en las cuencas de los ríos Mazán y Napo.

El sistema de uso actual de bosques secundarios, lleva implícito el peligro de aumento de la presión demográfica, debido a la mayor frecuencia de la reutilización, también crecerá la tala y quema de los bosques primarios remanentes. De esta manera, el proceso de destrucción del bosque y el creciente deterioro del suelo se intensificaría. Por lo tanto, conocer mejor el potencial productivo de los bosques secundarios y generar técnicas para su uso sostenido es una prioridad para contribuir a la conservación de los bosques y al desarrollo de un sistema de producción sostenible.

La sub clase de terrenos con Bosques Primarios; Ocupan aproximadamente 65087.61 ha, que representa el 52.36% de la superficie total. Están distribuidas desde llanuras aluviales, pero principalmente entre las colinas. En estas tierras la intervención antrópica es mínima y en algunos casos nulos, sin embargo, es preciso indicar que en áreas cercanas a los cuerpos de agua (ríos, quebradas y lagunas) y carreteras existen áreas intervenidas, producto de la extracción de especies maderables para aserrío, observados mayormente en las márgenes de los ríos del área de estudio, en el mapa se observa abarcando las mayores áreas siendo mas representativo entre las cuenca de los ríos Amazonas - Napo; y la cuenca del río Mazán.

h) Terrenos pantanosos y/o cenagosos

Comprende zonas cubiertos con vegetación natural de típica de mal drenaje y cercanas a áreas de acumulación excesiva de agua por efectos de afloramiento y/o mal drenaje. Están ubicados en las áreas cercanas a ríos y lagos, las cuales se encuentran inundadas casi en forma permanente durante el año por aguas de los lagos, cochas y ríos que drenan el área de estudio; en el mapa se les ubica mayormente frente a Francisco de Orellana en la cuenca del río Napo.

En este ecosistema pantanoso se pueden distinguir tres formaciones vegetales, los palmerales puros, los palmerales mixtos y los herbazales-arbustales. En los palmerales predominan las siguientes especies: *Mauritia flexuosa*, *Scheelea cephalotes*, *Astrocaryum jauari*, *Socratea exorrhiza*, *Astrocaryum huicungo*, *Euterpe precatória*, *Mauritiella aculeata*, *Bactris maraja*, *Bactris simplicifrons*, *Phytelephas sp.*, entre otras. Se incluyen algunos árboles como, *Symphonia globulifera*, *Ficus sp.*, *Triplaris sp.*, *Inga sp.*, *Ormosia coccinea*, *Virola sp.*, *Iryanthera sp.*, *Buchenavia sp.*, *Genipa americana*, entre otras.

En las áreas con vegetación herbácea-arbustiva sobresalen las siguientes *Montrichardia arborescens*, *Pontederia sp.*, *Echinochloa spp.*, *Hymenachne sp.*, *Ludwingia helminorrhiza*, *Cerathophyllum sp.*, *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Cynodon dactylon*, *Imperata minutiflora*, *Leptochloa scabra*, *Paspalum fasciculatum*, *Cyperus ligularis*, entre las más representativas.

i) Terrenos sin uso y/o improductivos

Comprende todas las tierras sin uso en el momento del inventario. Esta categoría ocupa pequeñas áreas que no fueron posibles de ser cartografiados, por lo que constituyen inclusiones dentro de otras formas de uso de tierras.

6.2.6.4.5 Interpretación del Mapa

El mapa de uso actual de la tierra a escala indicada; fue interpretadas con ampliaciones de imágenes de satélite a escala de reconocimiento y comprobadas en campo. En el presente documento, se ha considerado categorías, clases y Unidades de uso, así mismo se pudo encontrar asociaciones; y cada uno de ellos en el mapa fue representado por un determinado color y símbolo, que se indican en la leyenda respectiva.

El mapa de uso actual de la tierra, suministra una información de carácter práctico, netamente interpretativa, basado en el uso y ocupación actual de territorio en estudio; que ilustra la distribución espacial de las diferentes unidades interpretativas.

6.2.7 Calidad del Agua

6.2.7.1 Generalidades

La calidad del agua, es uno de los parámetros más importantes para el diagnóstico de los recursos hídricos, toda vez que su uso puede limitarse, si las concentraciones de los elementos que la componen se encuentran por encima de los límites permisibles para los diferentes usos.

Para llevar a cabo el muestreo se tendrán en cuenta las consideraciones establecidas en la Resolución Jefatural N° 182-2011 de la Autoridad Nacional del Agua, Aprueban Protocolo Nacional del Monitoreo de Calidad de los cuerpos naturales de agua superficial, como preservación, conservación, transporte de muestras entre otras.

Es importante señalar que las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas de los ríos Napo, Mazán y Amazonas deberán ser aptas para consumo humano, riego agrícola y vida acuática; los estándares de calidad ambiental para agua han sido establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM.

6.2.7.2 Ubicación de Estaciones de Monitoreo

Con el fin de caracterizar la calidad actual de las aguas del área de estudio; es que durante la etapa de campo se han tomado un conjunto de muestras puntuales o al azar ubicadas estratégicamente para poder evaluar en forma integral las condiciones de la calidad del agua.

Las estaciones de monitoreo de calidad del agua serán realizadas a lo largo del río Napo en el área de influencia directa e indirecta, considerando la posible ubicación de las instalaciones auxiliares y de los cursos de agua más sensible a ser afectado por el proyecto.

El muestreo de calidad de agua superficial se desarrollará en dos épocas del año (vacante y creciente) considerando que en cada estación se tomarán un punto de muestreo.

Se ha considerado 13 estaciones de muestreo de calidad de agua, su ubicación se presenta en el **Cuadro N° 01-EA**, indicando la fecha del muestreo. En el **Plano MA-0814** se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo de la calidad del agua.

Cuadro N° 01-EA
Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Agua

| Código | Lugar | Fecha y Hora | | Coordenadas UTM | | | | |
|--------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|---------|------|-------|
| | | Época Vaciante | Época Creciente | Este | Norte | Altitud | Zona | Datum |
| E-1 | Río Napo | 04/12/12 11:30 hr. | 23/08/13 08:00 hr. | 697,189 | 9 632,684 | 95 | 18 M | WGS84 |
| E-2 | Río Napo | 04/12/12 12:50 hr. | 22/08/13 17:30 hr. | 702,046 | 9 620,673 | 93 | 18 M | WGS84 |
| E-3 | Río Napo | 04/12/12 13:50 hr. | 22/08/13 16:30 hr. | 710,780 | 9 614,052 | 93 | 18 M | WGS84 |
| E-4 | Río Napo | 04/12/12 15:15 hr. | 23/08/13 09:00 hr. | 715,322 | 9 616,032 | 90 | 18 M | WGS84 |
| E-5 | Río Napo | 05/12/12 10:40 hr. | 23/08/13 11:50 hr. | 719,441 | 9 628,757 | 90 | 18 M | WGS84 |
| E-6 | Río Napo | 05/12/12 12:00 hr. | 23/08/13 12:20 hr. | 740,086 | 9 634,698 | 83 | 18 M | WGS84 |
| E-7 | Río Napo | 05/12/12 13:15 hr. | 23/08/13 13:00 hr. | 756,250 | 9 621,897 | 82 | 18 M | WGS84 |
| E-8 | Río Napo | 05/12/12 14:00 hr. | 23/08/13 13:40 hr. | 750,025 | 9 618,005 | 80 | 18 M | WGS84 |
| E-9 | Río Amazonas | 06/12/12 10:40 hr. | 23/08/13 17:30 hr. | 710,179 | 9 606,579 | 79 | 18 M | WGS84 |
| E-10 | Río Amazonas | 06/12/12 11:20 hr. | 23/08/13 16:30 hr. | 716,114 | 9 611,897 | 89 | 18 M | WGS84 |
| E-11 | Río Amazonas | 05/12/12 17:25 hr. | 23/08/13 15:30 hr. | 750,041 | 9 616,350 | 81 | 18 M | WGS84 |
| E-12 | Río Amazonas | 05/12/12 16:30 hr. | 23/08/13 15:00 hr. | 760,902 | 9 616,833 | 80 | 18 M | WGS84 |
| E-13 | Río Mazán | 05/12/12 09:55 hr. | 22/08/13 15:30 hr. | 710,303 | 9 612,610 | 84 | 18 M | WGS84 |

6.2.7.3 Clasificación del Agua Superficial

La clasificación de los cuerpos de agua superficiales y marino-costeros se estableció mediante la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Para el proyecto la clasificación de los cuerpos de agua se indican en el **Cuadro N° 02-EA**.

Cuadro N° 02-EA
Clasificación de los Cuerpos de Agua

| Cuerpo de agua | Cuenca | Categoría | Clase |
|----------------|----------|-----------|-------|
| Río Napo | Napo | 4 | 2 |
| Río Amazonas | Amazonas | 4 | 2 |

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático: Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

Clases: (1) lagunas y lagos, (2) ríos y (3) ecosistemas marino costeros.

6.2.7.4 Selección de Parámetros

Los parámetros a analizarse son los establecidos en la categoría 4 de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua ECAs (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM), estos parámetros seleccionados son: temperatura, pH, sólidos totales disueltos, sólidos totales suspendidos, oxígeno disuelto, DBO, sulfuros, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fosfatos, fenoles, cianuro libre, aceites y grasas, TPH, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc, coliformes totales y coliformes termotolerantes.

6.2.7.5 Equipos y métodos de análisis

Se utilizarán las guías elaboradas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) de 1992 y el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la American Public Health Association (APHA), de 1995. En esta se indican cuáles serán los criterios para la recolección, preservación, almacenamiento de muestras, así como la metodología y equipos para el monitoreo de calidad de agua.

6.2.7.6 Selección de Laboratorio

El laboratorio seleccionado para el análisis de muestras de calidad de agua es una empresa certificada e inscrita y hábil en el registro de acreditación de laboratorios en INDECOPI. El laboratorio seleccionado es EQUAS S.A. la cual ha realizado el muestreo de aguas.

La elección de Laboratorio de Environmental Quality Analytical Services S.A (EQUAS S.A.) se ha realizado en base a que:

- Cuentan con áreas separadas, limpias y adecuadamente controladas para el análisis de muestras ambientales.
- Cuenta con equipos e instrumentos para mediciones y procesamiento de muestras en campo y en laboratorio.
- Empleo de procedimientos estándar (U.S. EPA, APHA, AWWA, WEF).
- Conduce rutinariamente procedimientos de garantía de calidad interno mediante análisis de muestras de referencia estándar, es decir de muestras de conocida concentración de parámetros específicos a ser analizados, los cuales proporcionan la precisión y exactitud del análisis.
- Experiencia de los profesionales que laboran en el laboratorio.
- Proporciona un servicio rápido y regular.
- Se encuentra inscrito y hábil en los registros de INDECOPI, para efectuar análisis de muestras ambientales (agua, suelo, aire, hidrobiológicos, meteorológicos).

EQUAS S.A., tiene acreditado su Sistema de Aseguramiento de la Calidad basado en la norma NTP-ISO/IEC 17025-2006 ante el Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, con registro N° LE-030, mediante Cédula de Notificación N° 352-2010/SNA-INDECOPI otorgada el día 16 de Octubre del 2,010 y tiene vigencia hasta el 16 de Octubre del 2,014, en el **Anexo C-1** se presenta el certificado de acreditación.

ORGANISMO PUBLICO INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCTIVIDAD - OPIPP

Elaboración de los Estudios de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad con Estudios Definitivos de Ingeniería e Impacto Ambiental del Proyecto: "Construcción de la C.H. Mazán y el Sistema de Transmisión".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Cuadro N° 03-EA
Resultados de los Análisis de Muestras de Agua en Laboratorio – Diciembre del 2012

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| pH | Unidades pH | 7,09 | 7,42 | 7,95 | 7,62 | 7,55 | 7,80 | 7,86 | 7,96 | 8,18 | 8,25 | 8,17 | 8,00 | 6,78 |
| Temperatura | °C | 30,3 | 30,60 | 30,30 | 29,90 | 29,20 | 29,40 | 29,50 | 29,90 | 29,3 | 29,1 | 28,9 | 29,8 | 28,8 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 6,08 | 6,60 | 6,70 | 6,40 | 7,00 | 6,80 | 6,90 | 6,90 | 7,00 | 7,00 | 6,80 | 6,90 | 7,00 |
| Sólidos Totales Suspendidos (103 °C) | mg/L | 78 | 66 | 92 | 68 | 60 | 67 | 66 | 28 | 148 | 194 | 194 | 126 | 4 |
| Sólidos Totales Disueltos (180 °C) | mg/L | 176 | 176 | 156 | 148 | 144 | 126 | 160 | 128 | 144 | 126 | 196 | 156 | 244 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días a 20° C) | mg DBO/L | 8 | 6 | 8 | 10 | 3 | 5 | 5 | <2 | 5 | 5 | 8 | 5 | <2 |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Fosfatos | mg PO43-/L | 0,110 | 0,101 | 0,101 | 0,095 | 0,022 | 0,022 | 0,025 | 0,027 | 0,041 | 0,044 | 0,043 | 0,039 | 0,019 |
| Nitratos | mg N-NO3-/L | 0,19 | 0,14 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,11 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg DQO/L | 12 | 13 | 12 | 11 | 8 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 10 | 11 | 5 |
| Fenoles | mg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Nitrógeno Amoniacal | mg NH3/L | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Nitrógeno Total | mg N/L | 0,302 | 0,290 | 0,311 | 0,287 | 0,23 | 0,26 | 0,25 | 0,20 | 0,22 | 0,28 | 0,30 | 0,26 | 0,20 |
| Cianuro Libre | mg CN-/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Sulfuros | mg S-2/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | 0,019 | 0,014 | 0,017 | 0,005 | 0,023 | 0,036 | 0,030 | 0,021 | 0,025 |
| Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) | mg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Mercurio | mg/L | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Coliformes Totales (35 °C) | NMP/100 mL | 110 | 130 | 49 | 240 | 33 | 70 | 23 | 33 | 240 | 240 | 170 | 70 | 33 |
| Coliformes Fecales (44,5 °C) | NMP/100 mL | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 79 | 2,0 | 6,8 | 4,5 | <1,8 | 6,8 | 47 | 79 | 22 | 2,0 |
| Metales por ICP | | | | | | | | | | | | | | |
| Plata - Ag | mg/L | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 |
| Aluminio - Al | mg/L | <0,037 | <0,037 | <0,037 | <0,037 | 2,170 | 2,250 | 1,070 | 2,290 | 4,020 | 7,970 | 5,810 | 5,457 | 0,680 |
| Arsénico - As | mg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Boro - B | mg/L | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Bario - Ba | mg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | 0,120 | 0,175 | 0,210 | 0,270 | 0,370 | 0,435 | 0,520 | 0,470 | 0,355 |
| Berilio - Be | mg/L | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Bismuto - Bi | mg/L | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 | <0,017 |

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

ORGANISMO PUBLICO INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCTIVIDAD - OPIPP

Elaboración de los Estudios de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad con Estudios Definitivos de Ingeniería e Impacto Ambiental del Proyecto: "Construcción de la C.H. Mazán y el Sistema de Transmisión".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| Calcio - Ca | mg/L | 2,110 | 2,335 | 2,220 | 1,825 | 1,710 | 2,554 | 2,150 | 1,470 | 9,160 | 5,105 | 5,550 | 3,810 | 2,025 |
| Cadmio - Cd | mg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,011 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cerio - Ce | mg/L | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 | <0,011 |
| Cobalto - Co | mg/L | <0,032 | <0,025 | <0,022 | <0,046 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 |
| Cromo - Cr | mg/L | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 |
| Cobre - Cu | mg/L | 0,017 | 0,016 | 0,022 | 0,009 | 0,032 | 0,028 | 0,022 | 0,025 | 0,032 | 0,038 | 0,037 | 0,039 | 0,030 |
| Hierro - Fe | mg/L | 3,490 | 3,710 | 4,210 | 3,321 | 2,780 | 2,610 | 1,505 | 2,520 | 4,200 | 8,154 | 5,840 | 6,360 | 1,044 |
| Potasio - K | mg/L | 1,370 | 1,385 | 1,220 | 1,203 | 4,650 | 4,855 | 3,940 | 4,150 | 5,890 | 8,160 | 7,112 | 7,145 | 2,370 |
| Litio - Li | mg/L | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 | <0,022 |
| Magnesio - Mg | mg/L | 2,320 | 2,565 | 2,660 | 1,952 | 1,510 | 1,940 | 1,405 | 1,410 | 3,990 | 5,010 | 4,160 | 3,855 | 0,530 |
| Manganeso - Mn | mg/L | 0,115 | 0,129 | 0,157 | 0,116 | 0,086 | 0,076 | 0,051 | 0,070 | 0,101 | 0,240 | 0,149 | 0,185 | 0,044 |
| Molibdeno - Mo | mg/L | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Sodio - Na | mg/L | 5,543 | 5,144 | 5,514 | 3,936 | 2,688 | 2,188 | 1,858 | 2,681 | 7,458 | 8,251 | 7,372 | 6,277 | 1,320 |
| Niquel - Ni | mg/L | 0,060 | 0,100 | 0,091 | 0,112 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | 0,008 | <0,007 | 0,011 | <0,007 |
| Fosforo - P | mg/L | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Plomo - Pb | mg/L | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Antimonio - Sb | mg/L | 0,080 | 0,140 | 0,145 | 0,020 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 |
| Escandio - Sc | mg/L | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 | <0,007 |
| Selenio - Se | mg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Silicio - Si | mg/L | <0,120 | <0,120 | <0,120 | <0,120 | 8,800 | 9,200 | 7,100 | 8,404 | 9,500 | 16,300 | 12,900 | 13,300 | 2,805 |
| Estaño - Sn | mg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Estroncio - Sr | mg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Titanio - Ti | mg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Talio - Tl | mg/L | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,008 | <0,080 | <0,080 | <0,008 | <0,008 | <0,080 | <0,080 | <0,008 |
| Vanadio - V | mg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Volframio - W | mg/L | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Itrio - Y | mg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

ORGANISMO PUBLICO INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCTIVIDAD - OPIPP

Elaboración de los Estudios de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad con Estudios Definitivos de Ingeniería e Impacto Ambiental del Proyecto: "Construcción de la C.H. Mazán y el Sistema de Transmisión".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| Zinc - Zn | mg/L | 0,056 | 0,055 | 0,059 | 0,140 | 0,048 | 0,123 | 0,054 | 0,042 | 0,038 | 0,054 | 0,036 | 0,035 | <0,080 |
| Zirconio - Zr | mg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Diciembre del 2012.

Cuadro N° 04-EA
Resultados de los Análisis de Muestras de Agua en Laboratorio – Agosto del 2013

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| pH | Unidades pH | 7,13 | 7,19 | 7,89 | 7,59 | 7,45 | 7,6 | 7,78 | 7,85 | 7,95 | 8,10 | 8,15 | 7,85 | 6,65 |
| Temperatura | °C | 29,70 | 30,40 | 30,10 | 29,80 | 29,1 | 29,6 | 29,4 | 29,8 | 29,8 | 29,4 | 29,5 | 29,6 | 28,2 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 6,05 | 6,40 | 6,60 | 6,10 | 6,8 | 6,6 | 6,8 | 6,7 | 6,90 | 7,55 | 6,95 | 6,75 | 6,85 |
| Sólidos Totales Suspendidos (103 °C) | mg/L | 192 | 137 | 205 | 173 | 152 | 136 | 174 | 234 | 196 | 127 | 91 | 162 | 13 |
| Sólidos Totales Disueltos (180 °C) | mg/L | 52 | 52 | 62 | 52 | 86 | 124 | 64 | 62 | 114 | 128 | 128 | 124 | 26 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días a 20° C) | mg DBO/L | 6 | 6 | 5 | 58 | 6 | 8 | 10 | 5 | 5 | 9 | 8 | 8 | 59 |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Fosfatos | mg PO43-/L | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Nitratos | mg N-NO3-/L | 0,53 | 0,58 | 0,61 | 0,45 | 0,58 | 0,47 | 0,56 | 0,49 | 0,42 | 0,55 | 0,63 | 0,44 | <0,01 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg DQO/L | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 9 | 10 | 13 | 12 | 14 | 8 |
| Fenoles | mg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Nitrógeno Amoniacal | mg NH3/L | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Nitrógeno Total | mg N/L | 0,311 | 0,305 | 0,302 | 0,301 | 0,65 | 0,51 | 0,64 | 0,53 | 0,53 | 0,57 | 0,70 | 0,56 | 0,276 |
| Cianuro Libre | mg CN-/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Sulfuros | mg S-2/L | 0,152 | 0,133 | 0,148 | 0,108 | 0,003 | 0,004 | 0,008 | 0,004 | 0,008 | 0,007 | 0,009 | 0,002 | 0,041 |
| Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) | mg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Mercurio | mg/L | 0,0003 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | <0,0002 |
| Coliformes Totales (35 °C) | NMP/100 mL | 330 | 1600 | 330 | 920 | 790 | 220 | 350 | 220 | 3500 | 170 | 5400 | 240 | 130 |
| Coliformes Fecales (44,5 °C) | NMP/100 mL | 79 | 22 | 23 | 7,8 | 490 | 79 | 79 | 170 | 70 | 4,5 | 79 | 22 | 11 |
| Metales por ICP | | | | | | | | | | | | | | |
| Plata - Ag | mg/L | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 | <0,009 |
| Aluminio - Al | mg/L | 8,72 | 2,52 | 8,12 | 4,14 | 2,52 | 5,32 | 10,68 | 7,65 | 3,858 | 2,690 | 3,750 | 4,823 | 0,420 |

ORGANISMO PUBLICO INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCTIVIDAD - OPIPP

Elaboración de los Estudios de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad con Estudios Definitivos de Ingeniería e Impacto Ambiental del Proyecto: "Construcción de la C.H. Mazán y el Sistema de Transmisión".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| Arsénico - As | mg/L | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| Boro - B | mg/L | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 | <0.030 |
| Bario - Ba | mg/L | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | 0.095 | 0.131 | 0.188 | 0.206 | 0,847 | 0,511 | 0,556 | 0,802 | 0,355 |
| Berilio - Be | mg/L | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 |
| Bismuto - Bi | mg/L | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 | <0.017 |
| Calcio - Ca | mg/L | 2.132 | 5.57 | 2.114 | 11.1 | 7.2 | 9.43 | <0.029 | 0.07 | 25,500 | 15,751 | 11,400 | 24,300 | 0,750 |
| Cadmio - Cd | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| Cerio - Ce | mg/L | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 | <0.011 |
| Cobalto - Co | mg/L | 0.011 | 0.01 | 0.012 | 0.011 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Cromo - Cr | mg/L | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 |
| Cobre - Cu | mg/L | 0.032 | 0.02 | 0.029 | 0.022 | 0.027 | 0.029 | 0.036 | 0.031 | 0,021 | 0,023 | 0,022 | 0,020 | 0,017 |
| Hierro - Fe | mg/L | 8.44 | 2.425 | 7.8 | 3.93 | 4.15 | 4.981 | 9.68 | 7.44 | 4,305 | 3,150 | 3,720 | 4,344 | 4,344 |
| Potasio - K | mg/L | 1.141 | 1.46 | 1.182 | 1.71 | 1.195 | 1.152 | 1.526 | 1.085 | 2,400 | 0,780 | 0,883 | 2,670 | 2,670 |
| Litio - Li | mg/L | 0.025 | <0.022 | 0.025 | <0.022 | <0.022 | <0.022 | <0.022 | <0.022 | <0.022 | 0,023 | 0,025 | <0.022 | <0.022 |
| Magnesio - Mg | mg/L | 1.88 | 1.62 | 1.9 | 2.051 | 2.501 | 3.43 | 2.14 | 1.871 | 3,910 | 3,300 | 3,170 | 3,791 | 3,791 |
| Manganeso - Mn | mg/L | 0.191 | 0.03 | 0.198 | 0.109 | 0.135 | 0.115 | 0.22 | 0.172 | 0,139 | 0,069 | 0,073 | 0,112 | 0,112 |
| Molibdeno - Mo | mg/L | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 |
| Sodio - Na | mg/L | 2.466 | 1.1 | 2.791 | 1.11 | 5.052 | 9.269 | 3.308 | 2.906 | 6,120 | 8,859 | 8,445 | 6,030 | 6,030 |
| Niquel - Ni | mg/L | 0.017 | 0.012 | 0.024 | 0.013 | 0.011 | 0.02 | 0.013 | 0.02 | 0,014 | 0,018 | 0,021 | 0,013 | 0,012 |
| Fosforo - P | mg/L | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 |
| Plomo - Pb | mg/L | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 |
| Antimonio - Sb | mg/L | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Escandio - Sc | mg/L | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 | <0.007 |
| Selenio - Se | mg/L | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| Silicio - Si | mg/L | 25.6 | 22.8 | 26.1 | 29.1 | 6.4 | 11.4 | 19.7 | 20.501 | 30,600 | 16,200 | 15,200 | 37,200 | 37,200 |
| Estaño - Sn | mg/L | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 |
| Estroncio - Sr | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| Titanio - Ti | mg/L | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 |
| Talio - Tl | mg/L | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.080 | <0.080 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 | <0.008 |
| Vanadio - V | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| Volframio - W | mg/L | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 |

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

ORGANISMO PUBLICO INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCTIVIDAD - OPIPP

Elaboración de los Estudios de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad con Estudios Definitivos de Ingeniería e Impacto Ambiental del Proyecto: "Construcción de la C.H. Mazán y el Sistema de Transmisión".

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

| Parámetros | | Código de las Muestras | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre | Unidades | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | E-8 | E-9 | E-10 | E-11 | E-12 | E-13 |
| Itrio - Y | mg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Zinc - Zn | mg/L | 0.031 | 0.061 | 0.037 | 0.045 | 0.043 | 0.045 | 0.043 | 0.043 | 0.029 | 0.020 | 0,104 | 0,030 | 0.011 |
| Zirconio - Zr | mg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 | <0,003 |

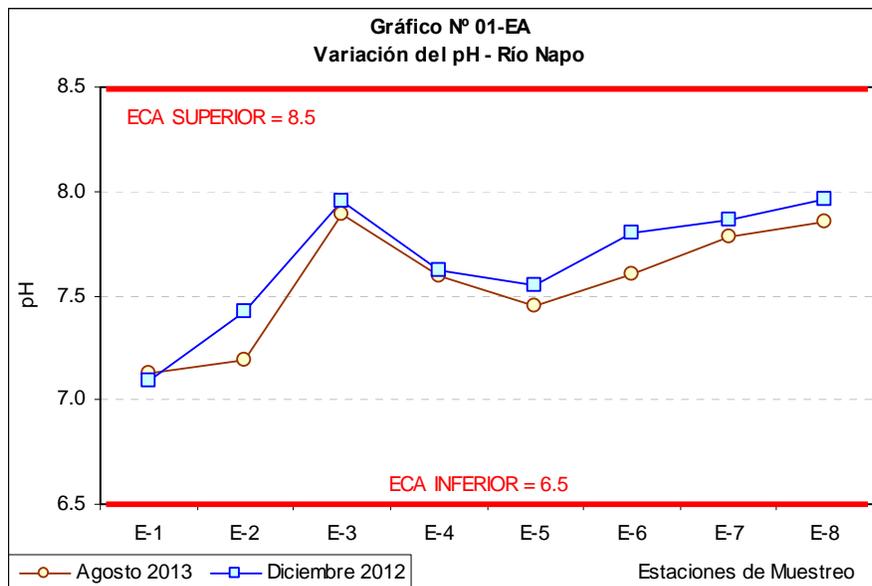
Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Agosto del 2013.

6.2.7.7 Interpretación de Resultados

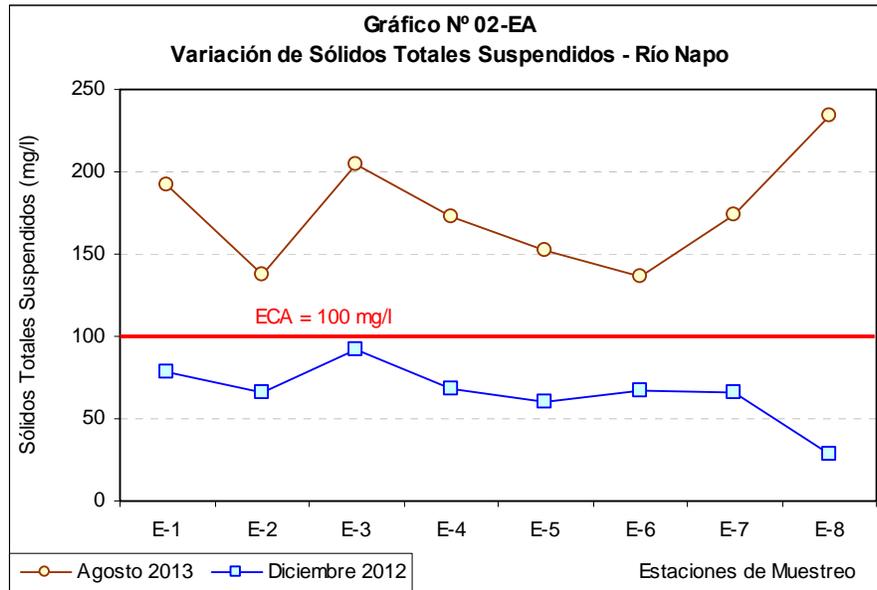
En el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se establecen los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, y en la Resolución Ministerial N° 097-2009-MINAM se definen las categorías de los ECA para agua, las aguas de la cuenca del río Amazonas y tributarios (ríos Napo y Mazan) están clasificados en la categoría 4, que es conservación del ambiente acuático y están referidos a aquellos ríos de la selva. Los resultados de los análisis de las muestras de aguas de las estaciones de muestreo de aguas superficiales de la época de vaciante (diciembre del 2012) se presentan en el **Cuadro N° 03-EA** y de la época de creciente (agosto del 2013) se presenta en el **Cuadro N° 04-EA**. Los resultados de los análisis en laboratorio de los cuerpos de agua muestreados nos permiten concluir en:

Río Napo

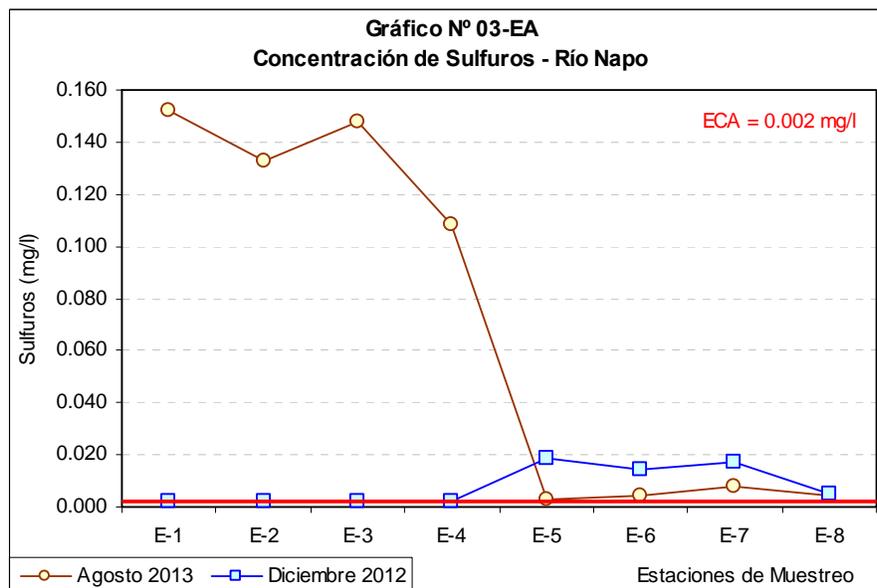
Las aguas del río Napo han sido evaluadas por las estaciones de monitoreo E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8, las aguas del río están dentro de los estándares de calidad de acuerdo a la legislación nacional, son aguas con pH circunneutrales ver **Gráfico N° 01-EA**, con temperaturas que van desde 29,90 °C a 30,60 °C, propios de zonas tropicales, con alta carga iónica, lo que le confiere buenas características para la vida acuática.



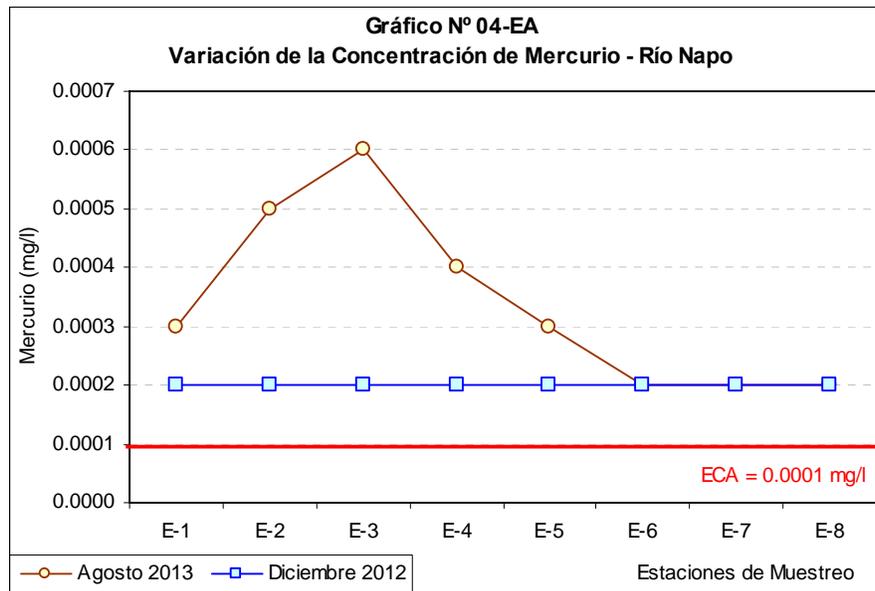
Los parámetros físicos que mostraron mayor variación de los sólidos totales suspendidos en la época de creciente fueron superiores al ECA alcanzando valores de hasta 234 mg/L, mientras que en la época de vaciante fueron inferiores al ECA solamente alcanzaron 92 mg/L, ver **Gráfico N° 02-EA**.



La mayor concentración de sulfuros se presentó en la época de creciente alcanzando 0.148 mg/L valores por encima de ECA. Mientras que en la época de vaciante las estaciones E-5, E-6, E-7 y E-8 presentan concentraciones por encima del ECA, ver **Gráfico N° 03-EA**.

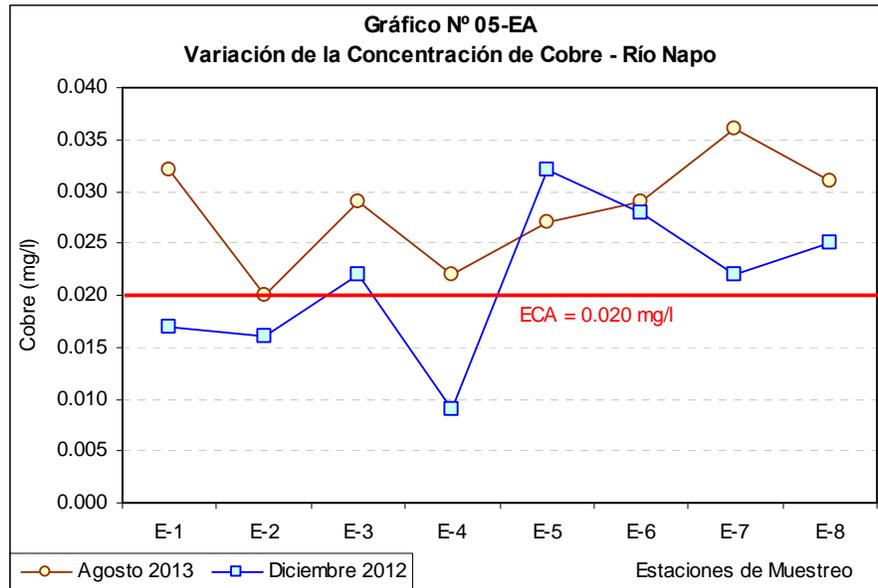


Se han encontrado concentraciones de mercurio por encima del ECA (0.0001 mg/L) en la época de creciente en las estaciones E-1, E-2, E-3, E-4 y E-5 mientras que en las demás estaciones se han detectado concentraciones menores de 0.0002 mg/L (limite de detección del laboratorio), como se puede observar en el **Gráfico N° 04-EA**.



Se han encontrado concentraciones de cobre por encima del ECA (0.020 mg/L) en la época de creciente en todas las estaciones de monitoreo a excepción de la estación E-2. Mientras que en la época de vaciante se han detectado concentraciones por encima del ECA en las estaciones E-3, E-5, E-6, E-7 y E-8, en las otras estaciones las concentraciones de cobre se encuentran por debajo del ECA, ver **Gráfico N° 05-EA**.

En cuanto a los parámetros de hidrocarburos totales de petróleo y aceites y grasas se han detectado concentraciones <0.01 y <0.5 mg/L respectivamente en todas las estaciones de monitoreo, en las épocas de vaciante y creciente, según los ECA estos parámetros deben estar ausentes en las aguas del río Napo.



En cuanto a los parámetros nitrógeno amoniacal, cadmio y plomo se han detectado concentraciones <0.10 , <0.005 y <0.006 mg/L respectivamente (estos valores son los límites de detección del laboratorio) en todas las estaciones de monitoreo en la época de creciente, según los ECA estos parámetros son menores al límite de detección del laboratorio.

Los demás parámetros se encuentran por debajo de los ECA para agua para la categoría 4 aguas de ríos de la selva.

Río Mazan

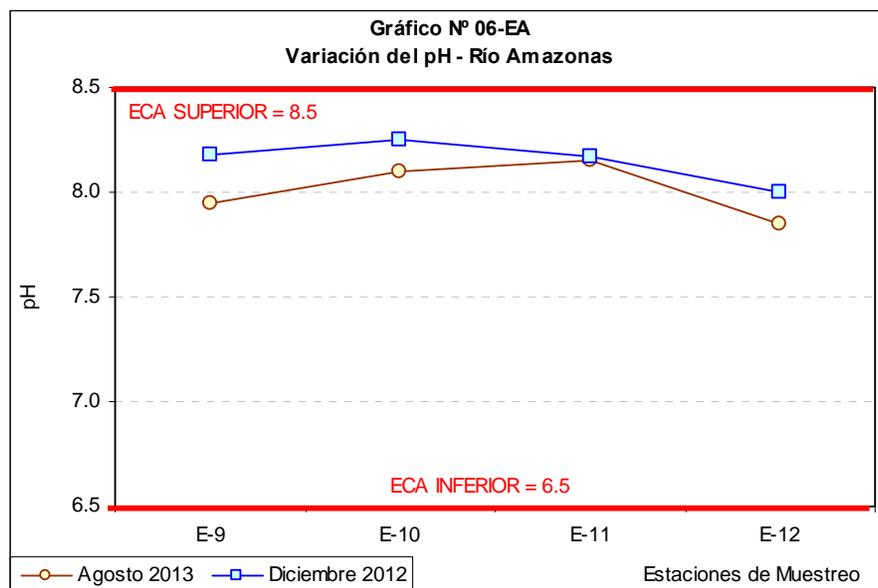
Se ha tomado una muestra en la estación de muestreo E-13, ubicado antes de la desembocadura al río Napo cercano a la localidad de Santa Cruz, a pesar de ser de aguas negras el pH es circunneutral con temperaturas menores a la del río Napo. Se diferencia del río Napo por el contenido de sólidos suspendidos que es bastante bajo, lo que afecta a la productividad primaria para la vida acuática sin embargo la diversidad de peces que presenta es por que el alimento proviene del material alóctono de las riberas del río Mazán.

La mayor concentración de sulfuros se presentó en ambas épocas de creciente y vaciante con valores por encima del ECA. En cuanto a los parámetros de hidrocarburos totales de petróleo y aceites y grasas se han detectado concentraciones <0.01 y <0.5 mg/L respectivamente en las épocas de vaciante y creciente, según los ECA estos parámetros deben estar ausentes en las aguas del río Mazán.

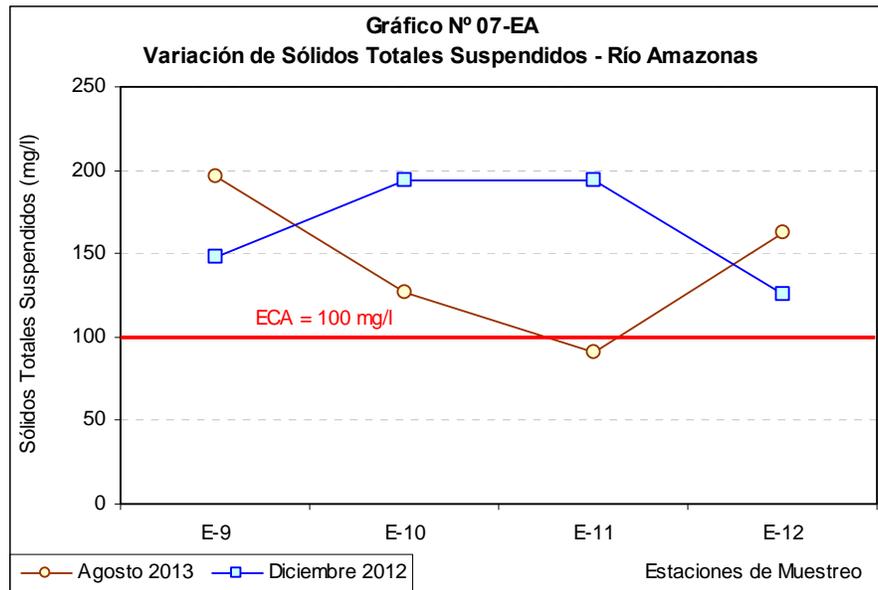
En cuanto a los parámetros nitrógeno amoniacal, cadmio y plomo se han detectado concentraciones <0.10 , <0.005 y <0.006 mg/L respectivamente (estos valores son los límites de detección del laboratorio) en las épocas de creciente y vaciante, según los ECA estos parámetros son menores al límite de detección del laboratorio. Los demás parámetros se encuentran por debajo de los ECA para agua para la categoría 4 aguas de ríos de la selva.

Río Amazonas

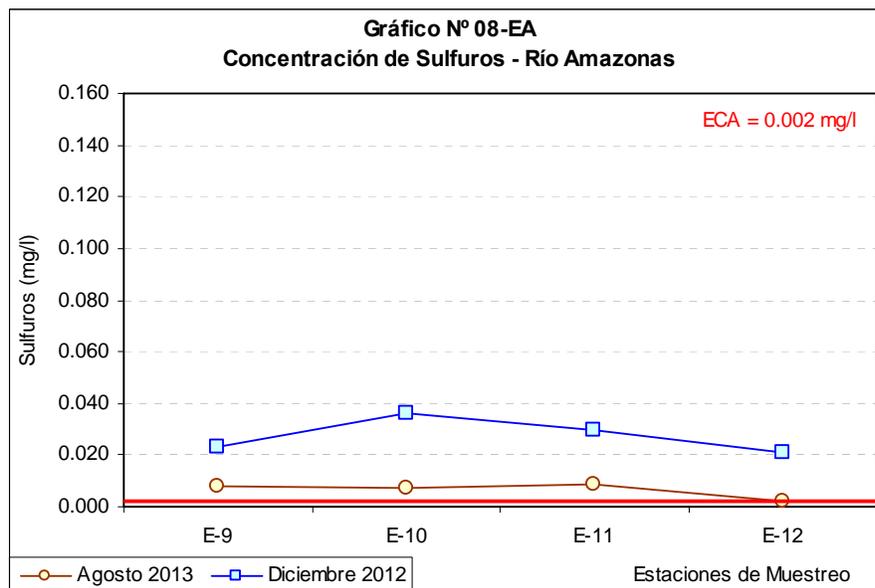
Las aguas del río Amazonas el más caudaloso del mundo han sido evaluadas por las estaciones de monitoreo E-9, E-10, E-11 y E-12, las aguas del río están dentro de los estándares de calidad de acuerdo a la legislación nacional, son aguas con pH ligeramente alcalinos ver **Gráfico N° 06-EA**, con temperaturas que varían de 28,9 a 29,8 °C, son aguas bien oxigenadas y presenta mayor carga de sólidos suspendidos que los dos ríos anteriormente descritos.



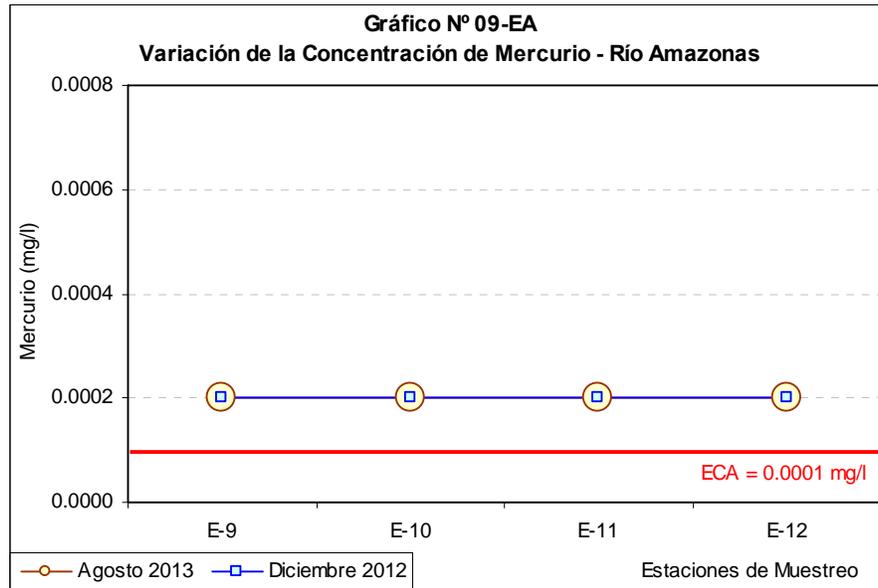
Los parámetros físicos que mostraron mayor variación de los sólidos totales suspendidos en la época de vaciante fueron superiores al ECA alcanzando valores de hasta 194 mg/L, mientras que en la época de creciente fue inferior al ECA en la estación E-11, ver **Gráfico N° 07-EA**.



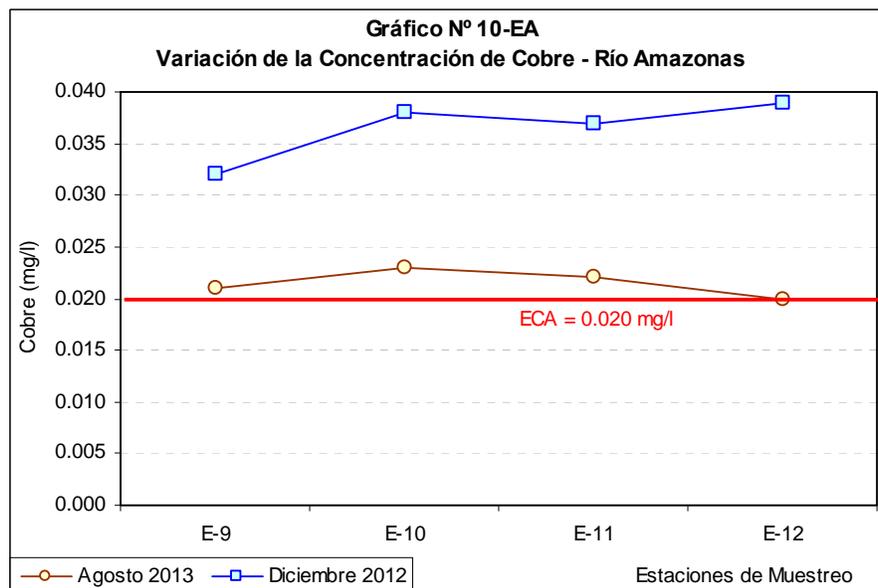
En las estaciones E-9, E-10, E-11 y E-12 se detectaron concentraciones de sulfuros por encima de ECA en la época de vaciante. Mientras que en la época de creciente solamente en la estación E-12 presenta valores por debajo del ECA y en las otras estaciones de monitoreo tienen concentraciones por encima del ECA, ver **Gráfico N° 08-EA**.



Se han encontrado concentraciones de mercurio menores de 0.0002 mg/L en las estaciones E-9, E-10, E-11 y E-12 el mencionado valor es el limite de detección del laboratorio, siendo el ECA el valor de 0.0001 mg/L, como se puede observar en el **Gráfico N° 09-EA**.



Se han encontrado concentraciones de cobre por encima del ECA (0.020 mg/L) en la época de creciente en todas las estaciones de monitoreo a excepción de la estación E-12. Mientras que en la época de vaciante se han detectado concentraciones por encima del ECA en las estaciones E-9, E-10, E-11 y E-12, ver **Gráfico N° 10-EA**.



En cuanto a los parámetros de hidrocarburos totales de petróleo y aceites y grasas se han detectado concentraciones <0.01 y <0.5 mg/L respectivamente en todas las estaciones de monitoreo, en las épocas de vaciante y creciente, según los ECA estos parámetros deben estar ausentes en las aguas del río Amazonas.

En cuanto a los parámetros nitrógeno amoniacal, cadmio y plomo se han detectado concentraciones <0.10 , <0.005 y <0.006 mg/L respectivamente (estos valores son los límites de detección del laboratorio) en todas las estaciones de monitoreo en las épocas de creciente y vaciante, según los ECA estos parámetros son menores al límite de detección del laboratorio.

Los demás parámetros se encuentran por debajo de los ECA para agua para la categoría 4 aguas de ríos de la selva.

6.2.8 Calidad del Aire

6.2.8.1 Generalidades

Las características naturales del área, ofrecen condiciones morfológicas, climáticas y atmosféricas para disponer de excelente calidad del aire; así como para la generación y recuperación, frente a procesos de contaminación generados por el hombre, que en el área son mínimos; relacionados con la minería y pastoreo principalmente.

La degradación de la calidad del aire se produce por la contaminación atmosférica por emisiones gaseosas y material particulado, de procesos al aire libre (quema) o por la combustión de combustibles, por el parque automotor, generadores térmicos de energía eléctrica.

La calidad del aire en el área de estudio no presenta deterioro, aún cuando la intervención de ciertos elementos puedan alterar la composición normal de la atmósfera, entre los que se pueden destacar los humos, gases, partículas en suspensión, polvos y malos olores; factores que influyen en diversa forma en la vida humana, vegetal y animal; asimismo ocasionan deterioro en las construcciones rurales, urbanas y monumentos históricos.

6.2.8.2 Ubicación de Estaciones de Monitoreo

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire serán realizadas en el área de influencia directa, considerando la posible ubicación de las instalaciones del proyecto. Identificándose 04 estaciones de muestreo de calidad de aire, las cuales su definición exacta en cantidad y ubicación atenderá lógicamente a los requerimientos del estudio. El muestreo de calidad del aire se desarrollará en dos épocas del año (estiaje y avenida). La ubicación de las estaciones de muestreo de la calidad del aire se muestra en el **Cuadro N° 01-CA** y en el **Plano MA-0815**.

Aplicando el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Emisiones elaborado por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) las estaciones de monitoreo de calidad del aire serán realizadas en el área de influencia directa, considerando la posible ubicación de las instalaciones del proyecto. El muestreo de calidad del aire se desarrollará en dos épocas del año (vaciente y creciente). Se han establecido cuatro (04) Estaciones de Muestreo de Calidad del Aire, en el **Cuadro N° 01-CA** y en el **Plano MA-0815** se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo de la calidad del aire.

Cuadro N° 01-CA

Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Aire

| Código | Lugar | Fecha | | Coordenadas UTM | | | | |
|--------|--------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------|---------|------|-------|
| | | Época Vaciente | Época Creciente | Este | Norte | Altitud | Zona | Datum |
| CA-1 | CP Mazán | 04/12/12 05/12/12 | 22/08/13 23/08/13 | 710,790 | 9 612,914 | 98 | 18 M | WGS84 |
| CA-2 | Subestación de salida Varadero | 05/12/12 06/12/12 | 23/08/13 24/08/13 | 712,422 | 9 610,018 | 91 | 18 M | WGS84 |
| CA-3 | CP Sinchicuray | 06/12/12 07/12/12 | 24/08/13 25/08/13 | 706,910 | 9 603,395 | 96 | 18 M | WGS84 |
| CA-4 | CP Centro Arenal | 07/12/12 08/12/12 | 25/08/13 26/08/13 | 697,664 | 9 598,026 | 128 | 18 M | WGS84 |

6.2.8.3 Selección de Parámetros

Los parámetros a analizarse son los establecidos en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y en el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM y son los siguientes: Dióxido de Azufre, PM2.5, PM10, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Plomo, Dióxido de Azufre, Hidrógeno Sulfurado, Hidrocarburos Totales. Se han realizado muestreos en la época de vaciante (seca) y en la época de creciente (húmeda).

6.2.8.4 Selección de Laboratorio

El laboratorio seleccionado para el análisis de muestras de calidad de aire es una empresa certificada e inscrita y hábil en el registro de acreditación de laboratorios en INDECOPI. El laboratorio seleccionado es EQUAS S.A. la cual ha realizado el muestreo de aire.

EQUAS S.A., tiene acreditado su Sistema de Aseguramiento de la Calidad basado en la norma NTP-ISO/IEC 17025-2006 ante el Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, con registro N° LE-030, mediante Cédula de Notificación N° 352-2010/SNA-INDECOPI otorgada el día 16 de Octubre del 2,010 y tiene vigencia hasta el 16 de Octubre del 2,014, en el **Anexo C-1** se presenta el certificado de acreditación.

6.2.8.5 Resultados de los Análisis de las Muestras de Aire

Los análisis de las muestras de aire se realizaron en el Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S. A.; por ser un laboratorio especializado en análisis de muestras de aire, agua y suelos para Evaluaciones Ambientales. Los resultados de los análisis efectuados en las estaciones de muestreo se presentan en los **Cuadros N° 02-CA y N° 03-CA**.

Cuadro N° 02-CA
Resultados de Análisis de Muestras de Aire - Diciembre del 2012

| Parámetros | Unidades | Código de las Muestras | | | |
|---|-------------------|------------------------|-------|-------|-------|
| | | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 |
| Partículas Totales en Suspensión P M _{2.5} | µg/m ³ | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Partículas Totales en Suspensión P M ₁₀ | µg/m ³ | 6 | 8 | 8 | 6 |
| Oxido Nitroso (NO _x) | µg/m ³ | 4.8 | 9.5 | 8.6 | 9.4 |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | µg/m ³ | 5.6 | 12.3 | 10.5 | 10.3 |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | µg/m ³ | 4.6 | 6.4 | 6.6 | 6.5 |
| Monóxido de Carbono (CO) | mg/m ³ | 1.6 | 2.1 | 2.0 | 1.8 |
| Plomo | µg/m ³ | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | µg/m ³ | <5 | <5 | <5 | <5 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Diciembre del 2012.

Cuadro N° 03-CA
Resultados de Análisis de Muestras de Aire - Agosto del 2013

| Parámetros | Unidades | Código de las Muestras | | | |
|---|-------------------|------------------------|-------|-------|-------|
| | | CA-01 | CA-02 | CA-03 | CA-04 |
| Partículas Totales en Suspensión P M _{2.5} | µg/m ³ | 17 | 14 | 9 | 5 |
| Partículas Totales en Suspensión P M ₁₀ | µg/m ³ | 52 | 40 | 17 | 17 |
| Oxido Nitroso (NO _x) | µg/m ³ | 20.0 | 22.0 | 20.0 | 26.0 |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | µg/m ³ | 13.0 | 10.0 | 11.0 | 11.0 |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | µg/m ³ | 4.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 |
| Monóxido de Carbono (CO) | mg/m ³ | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.0 |
| Plomo | µg/m ³ | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | µg/m ³ | <5 | <5 | <5 | <5 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Agosto del 2013.

6.2.8.6 Interpretación de Resultados

Los resultados serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para aire (Decretos Supremos N° 074-2001-PCM y N° 003-2008-MINAM) que se presentan en el **Cuadro N° 04-CA**.

Cuadro N° 04-CA
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

| Contaminantes | Periodo | Forma del Estándar | | Método de Análisis [1] |
|---------------------|----------|-------------------------|------------------------|---|
| | | Valor | Formato | |
| Dióxido de Azufre | 24 horas | 80 g/m ³ [3] | Media aritmética anual | Fluorescencia UV (método automático) |
| | 24 horas | 20 g/m ³ [4] | | |
| PM10 | Anual | 50 µg/m ³ | Media aritmética anual | Separación inercial/ filtración (Gravimetría) |
| | 24 horas | 150 µg/m ³ | NE más de 3 veces/año | |
| Monóxido de Carbono | 8 horas | 10000 µg/m ³ | Promedio móvil | Infrarrojo no dispersivo (NDIR) |
| | 1 hora | 30000 µg/m ³ | NE más de 1 vez/año | (Método automático) |

| Contaminantes | Periodo | Forma del Estándar | | Método de Análisis [1] |
|----------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|--|
| | | Valor | Formato | |
| Dióxido de Nitrógeno | Anual | 100 µg/m ³ | Promedio aritmético anual | Quimiluminiscencia (Método automático) |
| | 1 hora | 200 µg/m ³ | NE más de 24 veces/año | |
| Ozono | 8 horas | 120 µg/m ³ | NE más de 24 veces/año | Fotometría UV (Método automático) |
| Plomo | Anual [2] | | | Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica) |
| | Mensual | 1.5 µg/m ³ | NE más de 4 veces/año | |

[1] O método equivalente aprobado

[2] A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento

[3] vigencia a partir del 1 de enero del 2,009

[4] vigencia a partir del 1 de enero del 2,014

Fuente: - Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

- Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM.

Los valores obtenidos son comparados con los estándares nacionales de calidad del aire nos permiten concluir en:

1) Partículas en Suspensión PM-2.5

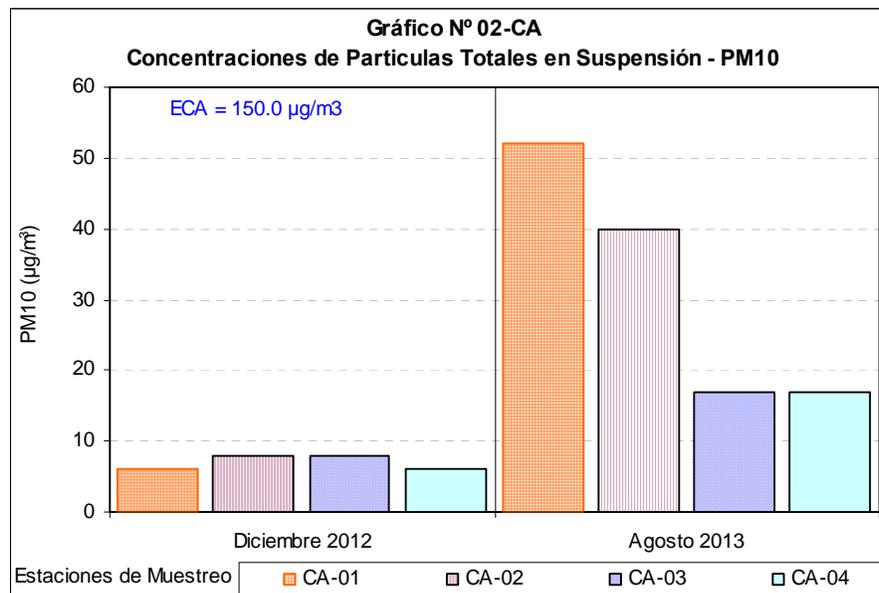
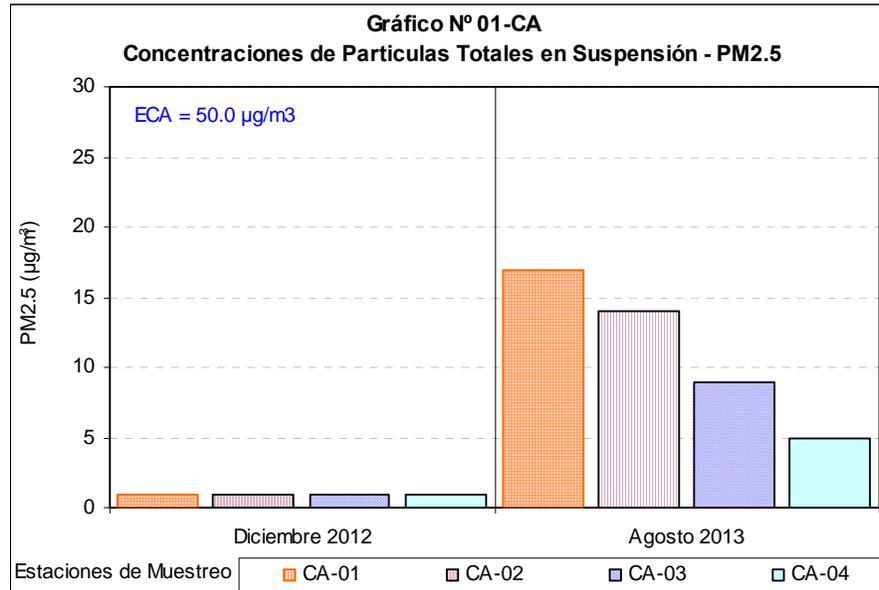
De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de la concentración de partículas en suspensión PM-2.5 determinado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (50.0 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 01-CA**.

2) Partículas en Suspensión PM-10

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de la concentración de partículas en suspensión PM-10 determinado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (150.0 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 02-CA**.

3) Plomo

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los hidrocarburos totales de petróleo determinado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (1.5 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013) se ha detectado valores <0.050 µg/m³.

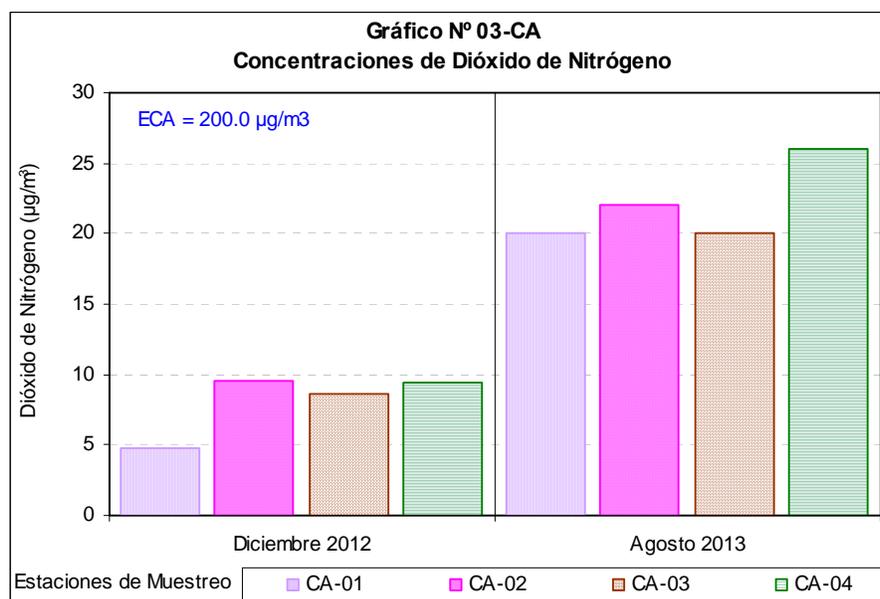


4) Hidrocarburos Totales de Petróleo

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los hidrocarburos totales de petróleo determinado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (100000 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013) se ha detectado valores <5.00 µg/m³.

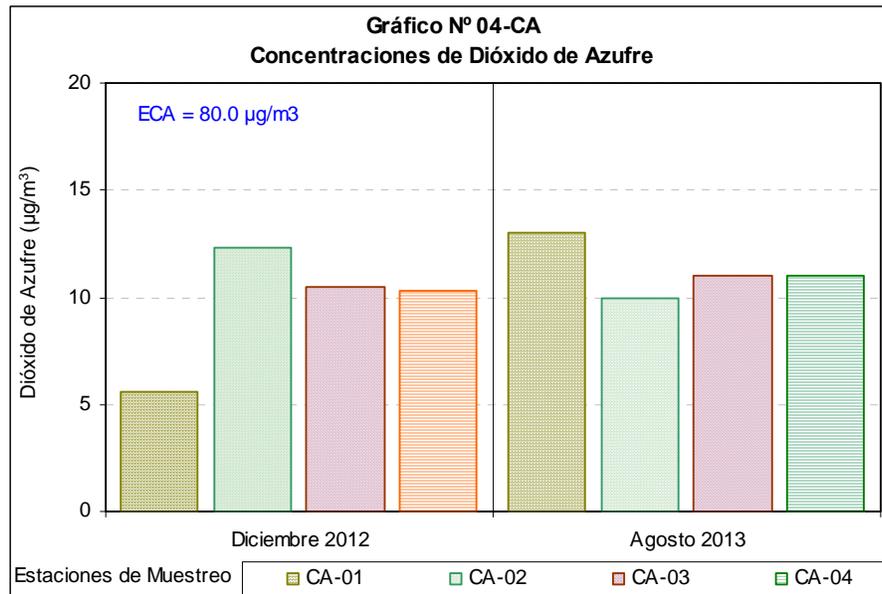
5) Dióxido de Nitrógeno (NO_x)

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los gases de dióxido de nitrógeno determinado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (200.0 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013) el máximo valor detectado es de 26 µg/m³ en la estación CA-04, (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 03-CA**.



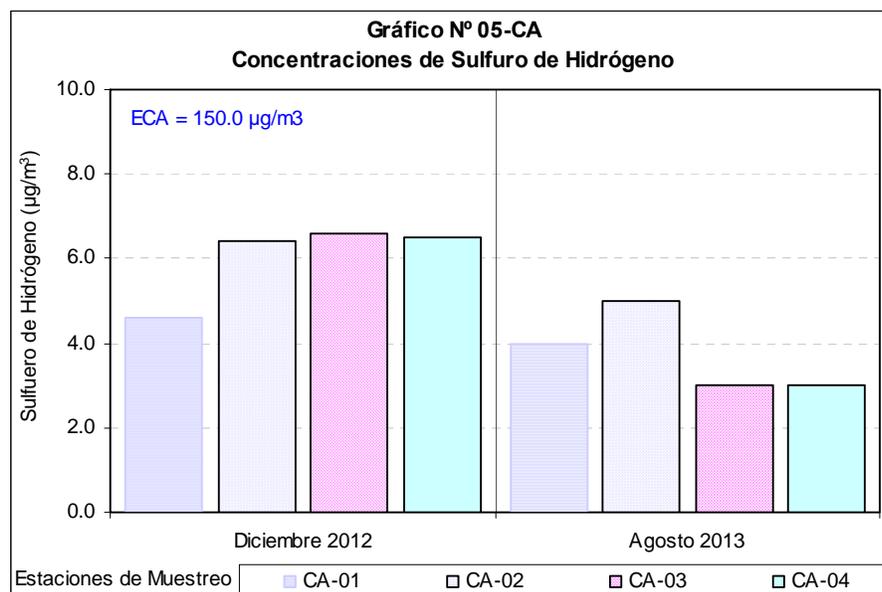
6) Dióxido de Azufre (SO₂)

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los gases de dióxido de azufre detectado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (80.0 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013) el máximo valor detectado es de 13 µg/m³ en la estación CA-04 (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 04-CA**.



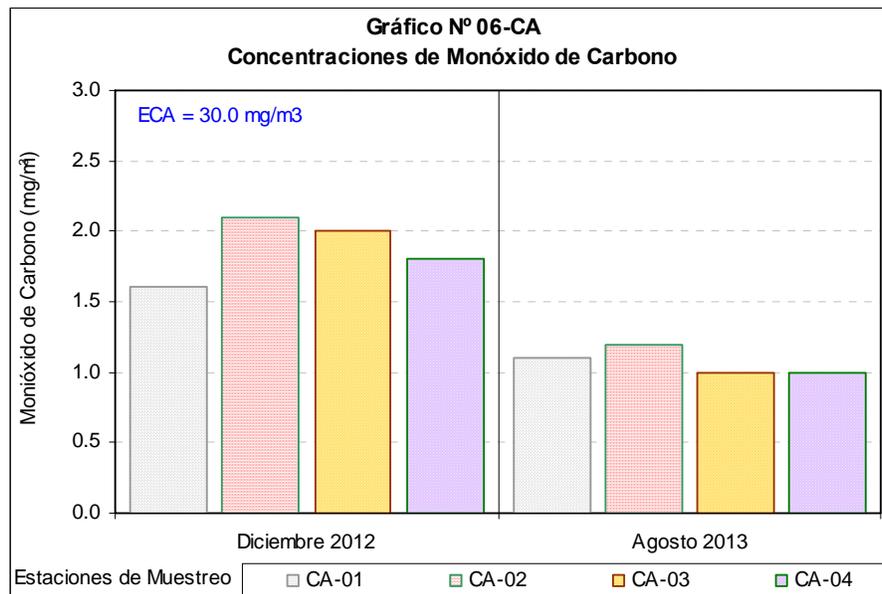
7) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los gases de sulfuro de hidrógeno detectado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire (150.0 µg/m³), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 05-CA**.



8) Monóxido de Carbono (CO)

De acuerdo al resultado obtenido se puede concluir lo siguiente: El resultado de los gases de monóxido de carbono detectado en las estaciones CA-01, CA-02, CA-03 y CA-04 se encuentran por debajo de los ECA para aire ($30.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en ambas épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013), ver **Gráfico N° 06-CA**.



6.2.9 Ruido Ambiental

6.2.9.1 Generalidades

El medio ambiente en que vive el hombre ha aumentado notablemente la intensidad y variedad de los sonidos que en forma natural no se presentan. El ruido, además de presentar un problema técnico, presenta un problema social y psicológico. No son los sonidos de gran intensidad los que causan el principal daño, puesto que sólo afectan en forma directa al aparato auditivo, sino que hay muchas clases de sonidos que atacan el sistema nervioso, creando sobretensiones que llegan a impedir la recuperación natural durante el sueño y afectan en ocasiones al sistema de secreción interna, con las consecuencias fisiológicas y con repercusiones en el equilibrio mental.

Los ruidos en el ámbito de estudio son producidos generalmente por la acción de los vientos en el ámbito de estudio la única actividad económica industrial es la Refinería El Milagro, solamente existen áreas agrícolas y bosques. Los niveles de ruido que se producen generalmente son por la acción de los vientos predominantes, el sonido que generan los ríos Napo, Mazán y Amazonas, por donde circulan diferentes tipos de embarcaciones y de distintos tamaños, que utilizan motores de diferente capacidad.

6.2.9.2 Ubicación de Estaciones de Mediciones

Se establecerán estaciones de mediciones de ruidos, en los alrededores de las subestaciones de Mazán y en Nueva Iquitos, así como en las intersecciones de la línea de transmisión con los caminos rurales. También se considerará la posibilidad de medición en el caso que la línea de transmisión proyectada pase muy cerca a viviendas. En el **Cuadro N° 01-RA** y en el **Plano MA-0816** se muestra la ubicación de las mediciones de ruidos.

Cuadro N° 01-RA
Ubicación de las Estaciones de Mediciones de Ruido

| Estaciones de Medición | Nombre de Estación | Coordenadas UTM | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|---------|------|-------|
| | | Este | Norte | Zona | Datum |
| RA - 01 | Casa de Máquinas | 710790 | 9612914 | 18 M | WGS84 |
| RA - 02 | Subestación de Salida. Varadero | 712422 | 9610018 | 18 M | WGS84 |
| RA - 03 | CP San Rafael. Frente colegio | 709043 | 9605894 | 18 M | WGS84 |
| RA - 04 | CP Sinchicuy. Frente colegio | 706910 | 9603395 | 18 M | WGS84 |
| RA - 05 | CP Santa María del Ojeal | 703319 | 9601111 | 18 M | WGS84 |
| RA - 06 | CP Santa Clara del Ojeal | 701045 | 9599473 | 18 M | WGS84 |
| RA - 07 | CP Centro Arenal | 697664 | 9598026 | 18 M | WGS84 |
| RA - 08 | CP Independencia | 696051 | 9596348 | 18 M | WGS84 |
| RA - 09 | CP El Milagro | 695467 | 9595628 | 18 M | WGS84 |
| RA - 10 | CP Santa Clotilde | 694932 | 9595140 | 18 M | WGS84 |
| RA - 11 | Base Naval La Marina | 694104 | 9594104 | 18 M | WGS84 |

6.2.9.3 Selección de Parámetro

El parámetro a medir es el establecido en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM que especifica realizar mediciones del nivel de ruido en decibelios. Se han realizado mediciones en la época de vaciante (seca) y en la época de creciente (húmeda).

6.2.9.4 Selección de Laboratorio

El laboratorio seleccionado para las mediciones de ruidos es una empresa certificada e inscrita y hábil en el registro de acreditación de laboratorios en INDECOPI. El laboratorio seleccionado es EQUAS S.A. la cual ha realizado las mediciones de ruido en campo.

EQUAS S.A., tiene acreditado su Sistema de Aseguramiento de la Calidad basado en la norma NTP-ISO/IEC 17025-2006 ante el Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, con registro N° LE-030, mediante Cédula de Notificación N° 352-2010/SNA-INDECOPI otorgada el día 16 de Octubre del 2,010 y tiene vigencia hasta el 16 de Octubre del 2,014, en el **Anexo C-1** se presenta el certificado de acreditación.

6.2.9.5 Resultados de las Mediciones de Ruidos

Las mediciones de ruidos se realizaron por el personal del Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A.; por ser un laboratorio especializado en análisis de muestras de aire, agua y suelos para Evaluaciones Ambientales. Los resultados de las mediciones efectuadas en las estaciones de muestreo se presentan en los **Cuadros N° 02-RA** y **N° 03-RA**, las mediciones de ruido en las épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013).

Cuadro N° 02-RA
Resultados de las Mediciones de Ruido – Diciembre del 2012

| Estaciones de Medición | Niveles de Presión Sonora Diurna (dBA) | | Ruido Equivalente (LAeqt) |
|------------------------|--|---------|---------------------------|
| | Mínimos | Máximos | |
| RA - 01 | 41,4 | 46,3 | 43,1 |
| RA - 02 | 54,3 | 60,0 | 55,7 |
| RA - 03 | 44,6 | 52,7 | 46,2 |
| RA - 04 | 36,9 | 63,8 | 43,7 |
| RA - 05 | 39,5 | 48,0 | 42,5 |
| RA - 06 | 46,4 | 48,0 | 47,1 |
| RA - 07 | 35,0 | 71,4 | 51,1 |
| RA - 08 | 47,6 | 58,0 | 49,4 |
| RA - 09 | 43,3 | 56,0 | 47,8 |
| RA - 10 | 47,5 | 59,3 | 53,0 |
| RA - 11 | 36,0 | 59,4 | 44,0 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Diciembre del 2012.

Cuadro N° 03-RA
Resultados de las Mediciones de Ruido – Agosto del 2013

| Estaciones de Medición | Niveles de Presión Sonora Diurna (dBA) | | Ruido Equivalente (LAeqt) |
|------------------------|--|---------|---------------------------|
| | Mínimos | Máximos | |
| RA - 01 | 44,2 | 68,1 | 56,9 |
| RA - 02 | 39,6 | 68,2 | 53,4 |
| RA - 03 | 39,5 | 59,8 | 52,3 |
| RA - 04 | 39,4 | 68,2 | 53,3 |
| RA - 05 | 31,4 | 57,2 | 41,4 |
| RA - 06 | 35,4 | 66,5 | 51,4 |
| RA - 07 | 30,8 | 52,1 | 41,3 |
| RA - 08 | 39,4 | 61,4 | 49,8 |
| RA - 09 | 44,1 | 63,8 | 53,7 |
| RA - 10 | 36,8 | 80,7 | 64,1 |
| RA - 11 | 37,2 | 60,1 | 45,3 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A. Agosto del 2013.

6.2.9.6 Interpretación de las Mediciones de Ruidos

Para evaluar los resultados de las mediciones de ruido se comparan con los estándares de calidad ambiental (ECA) para ruido, establecidos en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, dan como resultado que los valores detectados se encuentran por debajo de los ECA para ruido en las mediciones en ambas épocas (vacante y creciente).

6.2.10 Radiaciones No Ionizantes

6.2.10.1 Generalidades

La radiación es una forma de energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma natural o artificial. Cada momento de nuestras vidas estamos expuestos a diversas formas de radiación de las cuales la principal es la energía solar electromagnética que incluye las ondas infrarrojas, la luz visible y las ondas ultravioletas. Aplicaciones tan comunes como la electricidad, la radio y la televisión son fuentes de radiaciones. Cuando disfrutamos del sol en un día de playa nos exponemos a la radiación ultravioleta y cuando nos tomamos una placa radiográfica estamos expuestos a los rayos X. La radiación de los sistemas de comunicaciones móviles es de naturaleza electromagnética.

6.2.10.2 Ubicación de Estaciones de Monitoreo

Las mediciones electromagnéticas fueron realizadas en los mismos puntos de mediciones de ruido, la ubicación de los puntos de mediciones se presenta en el **Cuadro N° 01-CE** y en el **Plano MA-0817** se muestra la ubicación de las mediciones de radiaciones no ionizantes.

Cuadro N° 01-CE
Ubicación de las Estaciones de Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

| Estaciones de Medición | Nombre de Estación | Coordenadas UTM | | | |
|------------------------|--------------------------------|-----------------|---------|------|-------|
| | | Este | Norte | Zona | Datum |
| CE - 01 | Casa de Máquinas | 710790 | 9612914 | 18 M | WGS84 |
| CE - 02 | Subestación de Salida Varadero | 712422 | 9610018 | 18 M | WGS84 |
| CE - 03 | CP San Rafael. Frente colegio | 709043 | 9605894 | 18 M | WGS84 |
| CE - 04 | CP Sinchicuy. Frente colegio | 706910 | 9603395 | 18 M | WGS84 |
| CE - 05 | CP Santa María del Ojeal | 703319 | 9601111 | 18 M | WGS84 |
| CE - 06 | CP Santa Clara del Ojeal | 701045 | 9599473 | 18 M | WGS84 |
| CE - 07 | CP Centro Arenal | 697664 | 9598026 | 18 M | WGS84 |
| CE - 08 | CP Independencia | 696051 | 9596348 | 18 M | WGS84 |

| Estaciones de Medición | Nombre de Estación | Coordenadas UTM | | | |
|------------------------|----------------------|-----------------|---------|------|-------|
| | | Este | Norte | Zona | Datum |
| CE - 09 | CP El Milagro | 695467 | 9595628 | 18 M | WGS84 |
| CE - 10 | CP Santa Clotilde | 694932 | 9595140 | 18 M | WGS84 |
| CE - 11 | Base Naval La Marina | 694104 | 9594104 | 18 M | WGS84 |

6.2.10.3 Selección de Parámetro

El parámetro a medir es el establecido en el Decreto Supremo N° 010-2005-PCM que especifica realizar mediciones de radiaciones no ionizantes. Se han realizado mediciones en la época de vaciante (seca) y en la época de creciente (húmeda).

6.2.10.4 Selección de Laboratorio

El laboratorio seleccionado para las mediciones de radiaciones no ionizantes es una empresa certificada e inscrita y hábil en el registro de acreditación de laboratorios en INDECOPI. El laboratorio seleccionado es EQUAS S.A. la cual ha realizado las mediciones de radiaciones no ionizantes en campo.

EQUAS S.A., tiene acreditado su Sistema de Aseguramiento de la Calidad basado en la norma NTP-ISO/IEC 17025-2006 ante el Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, con registro N° LE-030, mediante Cédula de Notificación N° 352-2010/SNA-INDECOPI otorgada el día 16 de Octubre del 2,010 y tiene vigencia hasta el 16 de Octubre del 2,014, en el **Anexo C-1** se presenta el certificado de acreditación.

6.2.10.5 Resultados de las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

Las mediciones de radiaciones no ionizantes se realizaron por el personal del Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A.; por ser un laboratorio especializado en análisis de muestras de aire, agua y suelos para Evaluaciones Ambientales.

Los resultados de las mediciones efectuadas en las estaciones de muestreo se presentan en el **Cuadro N° 02-CE**, las mediciones de radiaciones no ionizantes se han realizado en las épocas de vaciante (diciembre del 2012) y creciente (agosto del 2013).

Cuadro N° 02-CE
Resultados de las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

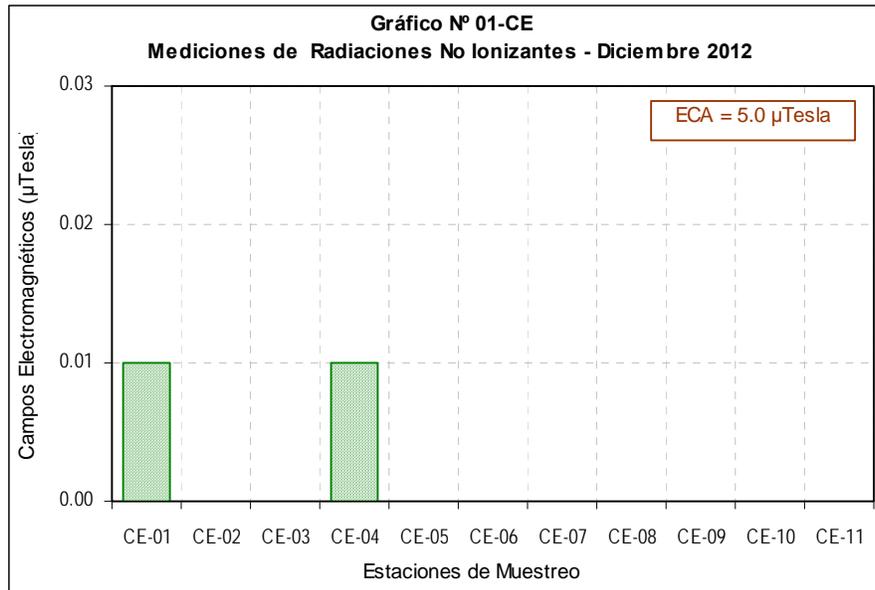
| Estaciones de Medición | Campos Electromagnéticos (μ Tesla) | |
|------------------------|--|-------------|
| | Diciembre 2012 | Agosto 2013 |
| CE - 01 | 0.01 | 0.02 |
| CE - 02 | 0.00 | 0.01 |
| CE - 03 | 0.00 | 0.01 |
| CE - 04 | 0.01 | 0.01 |
| CE - 05 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 06 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 07 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 08 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 09 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 10 | 0.00 | 0.00 |
| CE - 11 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: Resultados de Laboratorio de EQUAS S.A..

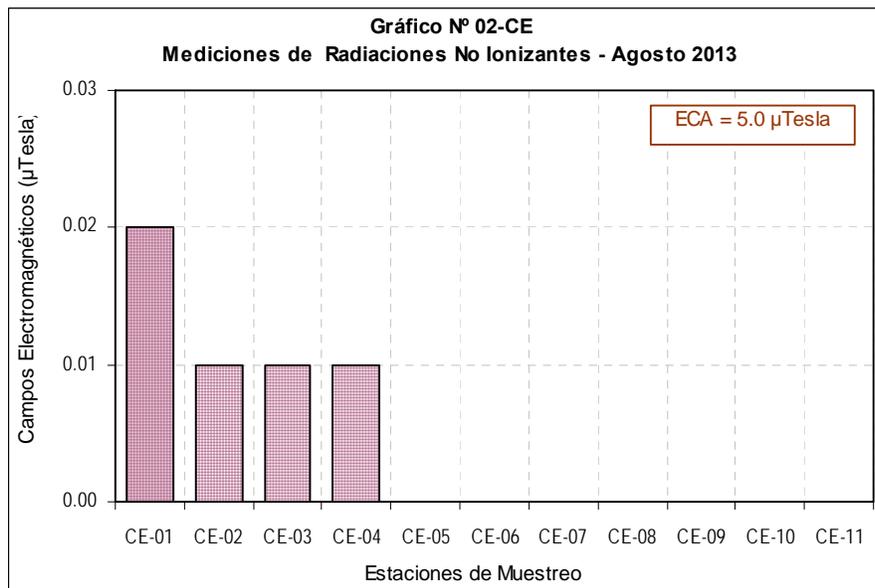
6.2.10.6 Interpretación de las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

Los resultados de las mediciones de campos electromagnéticos son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes (Decreto Supremo N° 010-2005-PCM).

En todas las estaciones de mediciones los valores fueron bajos, debido a que la zona de estudio se encuentra en zonas rurales y por ende no hay muchos equipos que formen campos electromagnéticos. En la época de vaciante (ver **Gráfico N° 01-CE**) solo se rescata la estación de medición CE-01 ubicada en la ciudad de Mazan, y la estación de medición CE-04 ubicada en la comunidad de Sinchicuy se han detectado valores de 0.01 μ Tesla, todos ellos siempre por debajo del estándar nacional (5.0 μ Tesla).



En la época de creciente (ver **Gráfico N° 02-CE**) solo se rescata la estación de medición CE-01 ubicada en la ciudad de Mazan, y la estación de medición CE-02 ubicada en la futura sub estación de salida en Varadero Mazán, y la estación de medición CE-03 ubicada en el centro poblado San Rafael, y la estación de medición CE-04 ubicada en la comunidad de Sinchicuy se han detectado valores de 0.02, 0.01, 0.01 y 0.01 µTesla respectivamente, todos ellos siempre por debajo del estándar nacional (5.0 µTesla).



6.2.11 Calidad del Suelo

6.2.11.1 Generalidades

La evaluación de la calidad del suelo mediante el análisis de metales e hidrocarburos totales de petróleo (TPH) presentes en el suelo del área de influencia del Proyecto; los cuales permiten conocer las condiciones actuales en que se encuentra dicho componente. Los resultados obtenidos en la presente evaluación son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 002-2013-MINAM), establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Para evaluar la calidad del suelo en el área de influencia del Proyecto se utilizó referencialmente la Categoría "Suelo Agrícola" que son suelos dedicados a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el presente caso.

6.2.11.2 Ubicación de las Estaciones de Muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo de calidad del suelo se presenta en el **Cuadro N° 01-CS** y en el **Plano MA-0818** se muestra la ubicación de los puntos de muestreo de calidad de suelos.

Cuadro N° 01-CS
Ubicación de las Estaciones de Muestreo de Calidad del Suelo

| Estaciones de Muestreo | Nombre de Lugar | Coordenadas UTM | | | |
|------------------------|--|-----------------|---------|------|-------|
| | | Este | Norte | Zona | Datum |
| SU - 01 | Área del campamento proyectado | 712340 | 9610247 | 18 M | WGS84 |
| SU - 02 | Área del canal y casa de maquinas | 713170 | 9610857 | 18 M | WGS84 |
| SU - 03 | Área de la planta de preparación de concreto en el barraje | 715024 | 9615341 | 18 M | WGS84 |

6.2.11.3 Selección de Parámetros

Los parámetros de calidad del suelo a analizarse son los establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que son los siguientes:

Parámetros Orgánicos: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno, Naftaleno, Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10), Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28), Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40), Benzo (a) pireno, Bifenilos policlorados – PCB, Aldrin, Endrin Aldehído, 4,4'-DDT, y Heptacloro.

Parámetros Inorgánicos: Cianuro Libre, Arsénico total, Bario total, Cadmio total, Cromo VI, Mercurio total, y Plomo total

6.2.11.4 Metodología de Muestreo

En los puntos de muestreo se recogió muestras de suelo superficial para realizar el análisis de aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), pH y metales totales. La colecta de muestras se realizó mediante calicatas cuya profundidad en promedio fue de 30 cm. Se tomaron muestras y se procedió a realizar una muestra compuesta representativa que fue depositada en envases adecuados para su conservación y refrigeradas a 4°C.

Para el muestreo en campo, se desarrollaron las siguientes actividades.

- Identificación de los puntos de muestreo (GPS).
- Elaboración de datos de campo.
- Muestreo de suelo en calicatas de 0 a 30 cm. considerando el área de influencia del proyecto.
- Rotulado de cada muestra de suelos en los frascos respectivos.
- Conservación de las muestras a una temperatura de 4°C hasta el envío a laboratorio.

6.2.11.5 Selección de Laboratorio

El laboratorio seleccionado para el muestreo de calidad del suelo es una empresa certificada e inscrita y hábil en el registro de acreditación de laboratorios en INDECOPI. El laboratorio seleccionado es EQUAS S.A. la cual ha realizado los muestreos en campo y posterior análisis en laboratorio.

EQUAS S.A., tiene acreditado su Sistema de Aseguramiento de la Calidad basado en la norma NTP-ISO/IEC 17025-2006 ante el Servicio Nacional de Acreditación del INDECOPI, con registro N° LE-030, mediante Cédula de Notificación N° 352-2010/SNA-INDECOPI otorgada el día 16 de Octubre del 2,010 y tiene vigencia hasta el 16 de Octubre del 2,014, en el **Anexo C-1** se presenta el certificado de acreditación.

6.2.11.6 Resultados de las Muestras de Calidad del Suelo

Las muestras de calidad del suelo se hicieron por el personal del Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A.; por ser un laboratorio especializado en análisis de muestras de aire, agua y suelos para Evaluaciones Ambientales. Los resultados se presentan en el **Cuadro N° 02-CS**.

Cuadro N° 02-CS
Resultados de los Análisis de Calidad del Suelo

| Nombre | Unidades | Puntos de Muestreo | | | ECA* |
|--|----------|--------------------|--------|--------|-------|
| | | SU-01 | SU-02 | SU-03 | |
| Parámetros Orgánicos | | | | | |
| Benceno | mg/kg MS | <0.004 | <0.004 | <0.004 | 0.03 |
| Tolueno | mg/kg MS | <0.004 | <0.004 | <0.004 | 0.37 |
| Etilbenceno | mg/kg MS | <0.004 | <0.004 | <0.004 | 0.082 |
| Xileno | mg/kg MS | <0.008 | <0.008 | <0.008 | 11 |
| Naftaleno | mg/kg MS | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.1 |
| Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10) | mg/kg MS | <0.6 | <0.6 | <0.6 | 200 |
| Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) | mg/kg MS | <2 | <2 | <2 | 1200 |
| Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) | mg/kg MS | <2 | <2 | <2 | 3000 |

| Nombre | Unidades | Puntos de Muestreo | | | ECA* |
|-------------------------------|----------|--------------------|--------|--------|------|
| | | SU-01 | SU-02 | SU-03 | |
| Benzo (a) pireno | mg/kg MS | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.1 |
| Bifenilos policlorados – PCB | mg/kg MS | <0.249 | <0.249 | <0.249 | 0.5 |
| Aldrin | mg/kg MS | <0.007 | <0.007 | <0.007 | 2 |
| Endrin Aldehído | mg/kg MS | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.01 |
| 4,4'-DDT | mg/kg MS | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.7 |
| Heptacloro | mg/kg MS | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.01 |
| Parámetros Inorgánicos | | | | | |
| Arsénico total | mg/kg MS | 42.93 | 23.05 | 24.39 | 50 |
| Bario total | mg/kg MS | 2.87 | 6.77 | 4.01 | 750 |
| Cadmio total | mg/kg MS | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 1.4 |
| Cromo VI | mg/kg MS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.4 |
| Mercurio total | mg/kg MS | 0.021 | 0.023 | 0.024 | 6.6 |
| Plomo total | mg/kg MS | 7.31 | 8.80 | 7.82 | 70 |

*ECA : Estándar de Calidad Ambiental para Suelo, Uso del Suelo: Suelo Agrícola.

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

6.2.11.7 Interpretación de los Resultados de las Muestras de Calidad del Suelo

Los resultados de las muestras de calidad de suelo son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) de suelos establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

En los tres puntos de muestreo los resultados se encuentran por debajo de los ECA para uso de suelo agrícola.