



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA FASE DE EXPLOTACIÓN DEL BLOQUE 88 PERICO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE 2 PLATAFORMAS, PERFORACIÓN DE POZOS DE EXPLOTACIÓN; AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA PERICO 1 PARA LA INSTALACIÓN DE FACILIDADES DE PRODUCCIÓN Y REINYECCIÓN; CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE ACCESO, LÍNEA DE FLUJO Y CONEXIÓN DE PERICO 1 A LA RED NACIONAL ELÉCTRICA**

## CAPÍTULO 4A

### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE

#### LÍNEA BASE FÍSICA Y PERCEPTUAL

Elaborado por:



**Envirotec** Cia. Ltda.

Ingeniería Ambiente Desarrollo

## CONTENIDO

|   | Pág.              |
|---|-------------------|
| <b>4.0 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE .....</b>    | <b>1</b>          |
| <b>4.1 INTRODUCCIÓN .....</b>                           | <b>1</b>          |
| <b>4.2 METODOLOGÍA.....</b>                             | <b>1</b>          |
| <b><u>4.2.1 Metodología General .....</u></b>           | <b><u>1</u></b>   |
| <b>4.3 LÍNEA BASE FÍSICA Y PERCEPTUAL.....</b>          | <b>4</b>          |
| <b><u>4.3.1 Geología .....</u></b>                      | <b><u>4</u></b>   |
| <b><u>4.3.2 Geomorfología .....</u></b>                 | <b><u>24</u></b>  |
| <b><u>4.3.3 Suelos .....</u></b>                        | <b><u>29</u></b>  |
| <b><u>4.3.4 Hidrogeología .....</u></b>                 | <b><u>46</u></b>  |
| <b><u>4.3.5 Climatología.....</u></b>                   | <b><u>49</u></b>  |
| <b><u>4.3.6 Calidad del Aire .....</u></b>              | <b><u>69</u></b>  |
| <b><u>4.3.7 Ruido .....</u></b>                         | <b><u>75</u></b>  |
| <b><u>4.3.8 Hidrología.....</u></b>                     | <b><u>83</u></b>  |
| <b><u>4.3.9 Calidad de Agua.....</u></b>                | <b><u>142</u></b> |
| <b><u>4.3.10 Conclusiones del Medio Físico.....</u></b> | <b><u>159</u></b> |
| <b>4.4 COMPONENTE PERCEPTUAL .....</b>                  | <b>162</b>        |
| <b><u>4.4.1 Introducción.....</u></b>                   | <b><u>162</u></b> |
| <b><u>4.4.2 Metodología .....</u></b>                   | <b><u>162</u></b> |
| <b><u>4.4.3 Evaluación .....</u></b>                    | <b><u>163</u></b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla Nº 4.3.1.- Fallas Activas Principales en el Área de Estudio .....                                    | 21   |
| Tabla Nº 4.3.2.- Unidades del Paisaje Geomorfológico .....   | 25   |
| Tabla Nº 4.3.3.- Facilidad Asociada a la Muestra de Suelo .....  | 31   |
| Tabla Nº 4.3.4.- Ubicación Geográfica de Submuestras de Suelo.....   | 31   |
| Tabla Nº 4.3.5.- Muestra de Suelos - Calicatas en Bloque 88 Perico .....                                   | 34   |
| Tabla Nº 4.3.6.- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).....                              | 40   |
| Tabla Nº 4.3.7.- Resultados de Análisis de Suelos.....   | 41   |
| Tabla Nº 4.3.8.- Cobertura Vegetal y Usos de Suelo del Área de Interés .....                               | 42   |
| Tabla Nº 4.3.9.- Análisis de Suelos.....   | 43   |
| Tabla Nº 4.3.10.- Estaciones Aeronáuticas y Disponibilidad de Información.....                             | 50   |
| Tabla Nº 4.3.11.- Temperaturas Características .....   | 52   |
| Tabla Nº 4.3.12.- Variación Mensual de la Temperatura Media (°C) .....                                     | 53   |
| Tabla Nº 4.3.13.- Valores Medios Mensuales de la Humedad Relativa Media (%) .....                          | 56   |
| Tabla Nº 4.3.14.- Valores Medios Mensuales de la Nubosidad (octas).....                                    | 57   |
| Tabla Nº 4.3.15.- Distribución Porcentual de la Dirección del Viento en Rumbo .....                        | 58   |
| Tabla Nº 4.3.16.- Valores Medios y Extremos Mensuales de Velocidad del Viento y Otras Características..... | 59   |
| Tabla Nº 4.3.17.- Precipitación Mensual y Anual en el Área de Interés (mm).....                            | 60   |
| Tabla Nº 4.3.18.- Ecuaciones de Intensidades de Lluvia.....  | 62   |
| Tabla Nº 4.3.19.- Intensidades de Lluvia (mm/h) .....  | 62   |
| Tabla Nº 4.3.20.- ETP Mensual y Anual en el Área de Interés (mm) .....                                     | 66   |



|   |     |
|---|-----|
| Tabla N° 4.3.21.- Balance Hídrico – Estación M0061 Lago Agrio Aeropuerto (mm) .....   | 67  |
| Tabla N° 4.3.22.- Límites permisibles Para Calidad del Aire.....  | 70  |
| Tabla N° 4.3.23.- Ubicación de Puntos de Muestreo de Calidad de Aire Ambiente .....   | 71  |
| Tabla N° 4.3.24.- Resultados de Puntos de Muestreo Calidad de Aire.....   | 71  |
| Tabla N° 4.3.25.- Niveles Máximos de Emisión de Ruido (L <sub>eq</sub> ) para Fuentes Fijas de Ruido .....  | 77  |
| Tabla N° 4.3.26.- Localización de Sitios de Muestreo de Ruido Ambiente .....  | 77  |
| Tabla N° 4.3.27.- Resultados de Medición de Ruido Diurno y Nocturno Bloque 88 Perico .....  | 80  |
| Tabla N° 4.3.28.- Subcuencas identificadas en el Bloque 88 Perico e Infraestructura del Proyecto.....   | 88  |
| Tabla N° 4.3.29.- Unidades Hidrográficas Nivel 7 Codificación Pfastetter Asociadas al Bloque 88 Perico .....  | 91  |
| Tabla N° 4.3.30.- Ubicación de los Sitios de interés del Área del Proyecto en el Bloque 88 Perico .....   | 93  |
| Tabla N° 4.3.31.- Características Físicas de las Subcuencas Principales en el Bloque 88 Perico.....   | 97  |
| Tabla N° 4.3.32.- Características Físicas de las Subcuencas Asociadas a las Facilidades a Desarrollarse en el Bloque 88 Perico .....                            | 98  |
| Tabla N° 4.3.33.- Información de ubicación de la estación y de Caudales Disponibles .....   | 99  |
| Tabla N° 4.3.34.- Ubicación de Sitios de Aforo e Información de Mediciones.....   | 100 |
| Tabla N° 4.3.35.- Caudales Medios Mensuales en Estación H1133 Aguarico en Nueva Loja (m <sup>3</sup> /s) .....  | 101 |
| Tabla N° 4.3.36.- Caudales Medios Anuales y Específicos en la Estación H1133 Aguarico en Nueva Loja.....  | 103 |
| Tabla N° 4.3.37.- Caudales Característicos en Valores Medios Mensuales en la Estación (m <sup>3</sup> /s).....  | 103 |
| Tabla N° 4.3.38.- Curva de Variación Estacional en la Estación H1133 Aguarico en Nueva Loja (m <sup>3</sup> /s) .....   | 105 |
| Tabla N° 4.3.39.- Caudales Medios Anuales en las Subcuencas Principales del Bloque 88 Perico .....  | 106 |
| Tabla N° 4.3.40.- Caudales Medios Anuales en los Sitios de Interés .....  | 107 |
| Tabla N° 4.3.41.- Caudales Medios Mensuales – estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1 (m <sup>3</sup> /s).....   | 107 |
| Tabla N° 4.3.42.- Caudales característicos de la curva de duración general en las Subcuencas Principales del Bloque 88 Perico .....                             | 109 |
| Tabla N° 4.3.43.- Caudales Característicos de la Curva de Duración General en las Subcuencas de Interés en el Bloque 88 Perico .....                            | 110 |
| Tabla N° 4.3.44.- Caudales Ecológicos en los Sitios de Interés del Bloque 88 Perico .....   | 113 |
| Tabla N° 4.3.45.- Autorizaciones de Uso y Aprovechamiento de agua en las subcuencas asociadas a los sitios de interés del bloque 88 perico.....                 | 114 |
| Tabla N° 4.3.46.- Tipos de Autorizaciones de Uso y Aprovechamiento .....  | 116 |
| Tabla N° 4.3.47.- Tiempos de concentración y Duración del Evento de Tormenta.....   | 119 |
| Tabla N° 4.3.48.- Coeficientes de Escorrentía de Referencia.....  | 120 |
| Tabla N° 4.3.49.- Coeficientes de Escorrentía de las Áreas de Drenaje .....   | 121 |
| Tabla N° 4.3.50.- Intensidades Máximas con Periodo de Retorno para Áreas de Drenaje (mm/h) .....  | 121 |
| Tabla N° 4.3.51.- Caudales Máximos con Periodo de Retorno para Áreas de Drenaje Menor (m <sup>3</sup> /s).....  | 122 |
| Tabla N° 4.3.52.- Duración del Evento de Tormenta para Subcuencas a Modelar .....   | 124 |
| Tabla N° 4.3.53.- Lámina de Precipitación Máxima para Diferentes Duraciones (mm) .....  | 125 |
| Tabla N° 4.3.54.- Número de Curva Ponderado para la Subcuenca del Rfo Aucayacu abajo af-8 – AMC II.....   | 126 |
| Tabla N° 4.3.55.- Número de Curva Ponderado para las Áreas de Drenaje– AMC II.....  | 127 |
| Tabla N° 4.3.56.- Caudal base o aporte subterráneo al hidrograma de crecida en las subcuencas de interés del bloque 88 Perico .....                             | 127 |
| Tabla N° 4.3.57.- Parámetros del Modelo Hidrológico para la determinación de Caudales Máximos.....  | 128 |
| Tabla N° 4.3.58.- Caudales Máximos con Período de Retorno en Áreas de Drenaje Mayores a 5 km <sup>2</sup> .....   | 129 |
| Tabla N° 4.3.59.- Caudales Máximos con Periodo de Retorno de 25 años para las Subcuencas de interés del Bloque 88 Perico .....                                  | 130 |
| Tabla N° 4.3.60.- Pendiente Longitudinal de los Cauces en el Tramo de Interés .....   | 132 |
| Tabla N° 4.3.61.- Calibración Coeficiente de Manning para los Cauces Principales – Aforos Líquidos .....  | 133 |
| Tabla N° 4.3.62.- Niveles y características hidráulicas en los sitios de interés del Bloque 88 Perico para el caudal medio .....                                | 136 |
| Tabla N° 4.3.63.- Niveles y Características Hidráulicas en los Sitios de Interés del Bloque 88 Perico para el Caudal Máximo con Período de Retorno 25 años..... | 138 |
| Tabla N° 4.3.64.- Puntos Muestras de Agua.....  | 146 |
| Tabla N° 4.3.65.- Resultados de Análisis de Aguas (Tabla 2 Anexo 1 AM 097-A).....   | 149 |
| Tabla N° 4.3.66.- Resultados de Análisis de Aguas .....   | 150 |
| (Tabla 1 y 2 del Anexo 1 AM 097-A).....   | 150 |
| Tabla N° 4.3.67.- Puntos Muestras de Agua Subterránea (Pozos).....  | 156 |
| Tabla N° 4.3.68.- Resultados de Análisis de Aguas Subterráneas (Pozos).....   | 157 |
| Tabla N° 4.4.1.- Criterios de Ordenación y Puntuación .....   | 162 |
| Tabla N° 4.4.2.- Clases utilizadas para Evaluar la Calidad Visual del proyecto .....  | 163 |
| Tabla N° 4.4.3.- Evaluación del Componente Perceptual .....   | 164 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Figura N° 4.2.1.- Ubicación del Bloque 88 Perico e Infraestructura a Implementarse .....   | 3           |
| Figura N° 4.3.1.- Ubicación de la Cuenca Oriente, al Este de los Andes Centrales y Septentrionales (Datos SRTM, Resolución 90m).....     | 6           |
| Figura N° 4.3.2.- Mapa de Unidades Geológicas .....  | 13          |
| Figura N° 4.3.3.- Sección Estructural de los Corredores.....   | 17          |
| Figura N° 4.3.4.- Secuencia Tectono – Estratigráficas de la Cuenca Oriente .....   | 19          |
| Figura N° 4.3.5.- Columna Estratigráfica del Paleógeno y Neógeno de la Cuenca Oriente .....  | 20          |
| Figura N° 4.3.6.- Volcanes con Relación Al Bloque 88 Perico.....   | 23          |
| Figura N° 4.3.7.- Mapa Geomorfológico – Bloque 88 Perico.....  | 26          |
| Figura N° 4.3.8.- Ubicación de Muestreos de Suelos en Las Plataformas .....  | 35          |
| Figura N° 4.3.9.- Ubicación de Muestreos de Suelos en DDV y Taxonomía de suelos en el bloque 88 perico.....                              | 37          |
| Figura N° 4.3.10.- Mapa Hidrogeológico.....  | 48          |
| Figura N° 4.3.11.- Localización de Estaciones Climatológicas .....   | 51          |
| Figura N° 4.3.12.- Variación Estacional de la Temperatura Media.....   | 53          |
| Figura N° 4.3.13.- Mapa de Zonas de Temperatura .....  | 55          |
| Figura N° 4.3.14.- Variación Estacional de la Humedad Relativa media en el Área de Estudio.....  | 56          |
| Figura N° 4.3.15.- Distribución de la Dirección del Viento (Estación Lago Agrio – Periodo 1981-2022) .....                               | 58          |
| Figura N° 4.3.16.- Distribución de la Dirección del Viento (Estación Coca – Periodo 1981-2022) .....                                     | 59          |
| Figura N° 4.3.17.- Variación Estacional de las Precipitaciones .....   | 60          |
| Figura N° 4.3.18.- Mapa de Zonas de Precipitación .....  | 61          |
| Figura N° 4.3.19.- Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia .....  | 63          |
| Figura N° 4.3.20.- Variación estacional de la ETP .....  | 67          |
| Figura N° 4.3.21.- Balance Hídrico en Estación M0061 Lago Agrio.....   | 68          |
| Figura N° 4.3.22.- Balance Hídrico en Estación Coca Aeropuerto .....   | 68          |
| Figura N° 4.3.23.- Ubicación de Sitios de Muestreo de Aire .....   | 74          |
| Figura N° 4.3.24.- Ubicación de Sitios de Muestreo de Ruido .....  | 82          |
| Figura N° 4.3.25.- Subcuencas en el Área del Bloque 88 Perico .....  | 90          |
| Figura N° 4.3.26.- Unidades Hidrográficas Nivel 7 Codificación Pfafstetter – Área del Proyecto en el Bloque 88 Perico.....               | 92          |
| Figura N° 4.3.27.- Sitios de Interés Hidrológico del área del Proyecto en el Bloque 88 perico .....                                      | 94          |
| Figura N° 4.3.28.- Subcuencas Hidrográficas Asociadas a los Sitios de Interés del Bloque 88 Perico.....                                  | 95          |
| Figura N° 4.3.29.- Caudales Medios Mensuales H1133 Aguarico en Nueva Loja .....  | 102         |
| Figura N° 4.3.30.- Caudales Medios Mensuales en la Estación H1133 Aguarico en Nueva Loja .....   | 102         |
| Figura N° 4.3.31.- Curva de Duración General De Caudales Mensuales en Río Aguarico (m <sup>3</sup> /s).....                              | 104         |
| Figura N° 4.3.32.- Caudales de la Curva de Variación Estacional en la Estación H1133 Aguarico en Nueva Loja (m <sup>3</sup> /s) .....    | 105         |
| Figura N° 4.3.33.- Caudales Medios Mensuales en el estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF- 1 .....   | 108         |
| Figura N° 4.3.34.- Caudales de la Curva de Variación Estacional en el Estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1 (m <sup>3</sup> /s). 112      | 112         |
| Figura N° 4.3.35.- Autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua en la subcuencas de interés del bloque 88 Perico .....               | 115         |
| Figura N° 4.3.36.- Esquema de subcuenca modelo HEC HMS para el estero sin nombre 2 abajo en af-1 .....                                   | 124         |
| Figura N° 4.3.37.- Hidrograma de crecida para el Estero Sin Nombre 2 abajo hasta (AF-1) (Tr = 100 años) .....                            | 129         |
| Figura N° 4.3.38.- Sección Transversal del Cauce del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1 .....   | 131         |
| Figura N° 4.3.39.- Sección Transversal del Cauce del Río Aucayacu abajo en AF-8.....   | 132         |
| Figura N° 4.3.40.- Resultados de Flow master calibración del aforo en la sección transversal del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1 ..... | 134         |
| Figura N° 4.3.41.- Resultados de Flow master calibración del aforo en la sección transversal del Río Aucayacu abajo en AF-8.....         | 135         |
| Figura N° 4.3.42.- Resultados de Flow master del caudal medio en la sección transversal del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1 .....      | 136         |
| Figura N° 4.3.43.- Resultados de Flow master del caudal medio en la sección transversal del Río Aucayacu abajo en AF-8 .....             | 137         |
| Figura N° 4.3.44.- Resultados de Flow Master del Caudal Máximo TR25 en la Sección transversal del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1..... | 139         |
| Figura N° 4.3.45.- Resultados de Flow Master del Caudal Máximo TR25 en la Sección Transversal del Río Aucayacu Abajo en AF-8 .....       | 140         |
| Figura N° 4.3.46.- Ubicación de Sitios de Muestreo de Agua.....  | 148         |



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Fotografía N° 4.3.1.- Vía de acceso a la Plataforma Perico 1 en la Formación Curaray ..... | 10          |
| Fotografía N° 4.3.2.- Toma de submuestra de suelo MS-01-04 .....                           | 38          |
| Fotografía N° 4.3.3.- Almacenamiento de muestras de suelo .....                            | 38          |
| Fotografía N° 4.3.4.- Toma de submuestra de suelo MS-02-02 .....                           | 38          |
| Fotografía N° 4.3.5.- Medición de ruido diurno en el punto CR-3.....                       | 83          |
| Fotografía N° 4.3.6.- Medición de ruido nocturno en CR-11 .....                            | 83          |
| Fotografía N° 4.3.7.- Toma de la muestra de agua en MA-04 .....                            | 145         |
| Fotografía N° 4.3.8.- Almacenamiento y etiquetado de muestras .....                        | 145         |
| Fotografía N° 4.3.9.- Muestreo de agua subterránea MAS-1 .....                             | 146         |

## **4.0 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LÍNEA BASE**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se describe y caracteriza el entorno socioambiental del área de influencia del proyecto, para los siguientes componentes:

- Componente Físico
- Componente Perceptual (Paisaje)
- Componente Biótico
- Componente Socioeconómico
- Componente Arqueológico Cultural

A continuación, se detalla la metodología aplicada para la elaboración de esta línea base y luego se presentan los resultados del análisis que posteriormente servirán para la identificación de las áreas ambientalmente sensibles y la definición de un Plan de Manejo específico, coherente con la naturaleza del proyecto y las características del área.

### **4.2 METODOLOGÍA**

#### ***4.2.1 Metodología General***

En el levantamiento de línea base para aspectos físicos se revisó información bibliográfica existente como: datos meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI); estudios geológicos de la cuenca oriente: Mapa Geológico de la República de Ecuador, escala 1:1'000.000 (IIGE-Misión Británica, 1999). Mapa de Compilación Geológica de la Provincia de Sucumbíos, escala 1:250.000, (IIGE, 1984). Mapas Topográficos, escala 1:50.0000 del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2016). Memoria del Plan de Ordenamiento Territorial de Sucumbíos. Mapas de Suelos, escala 1:100.000” (IIGE, 2010), entre otros.

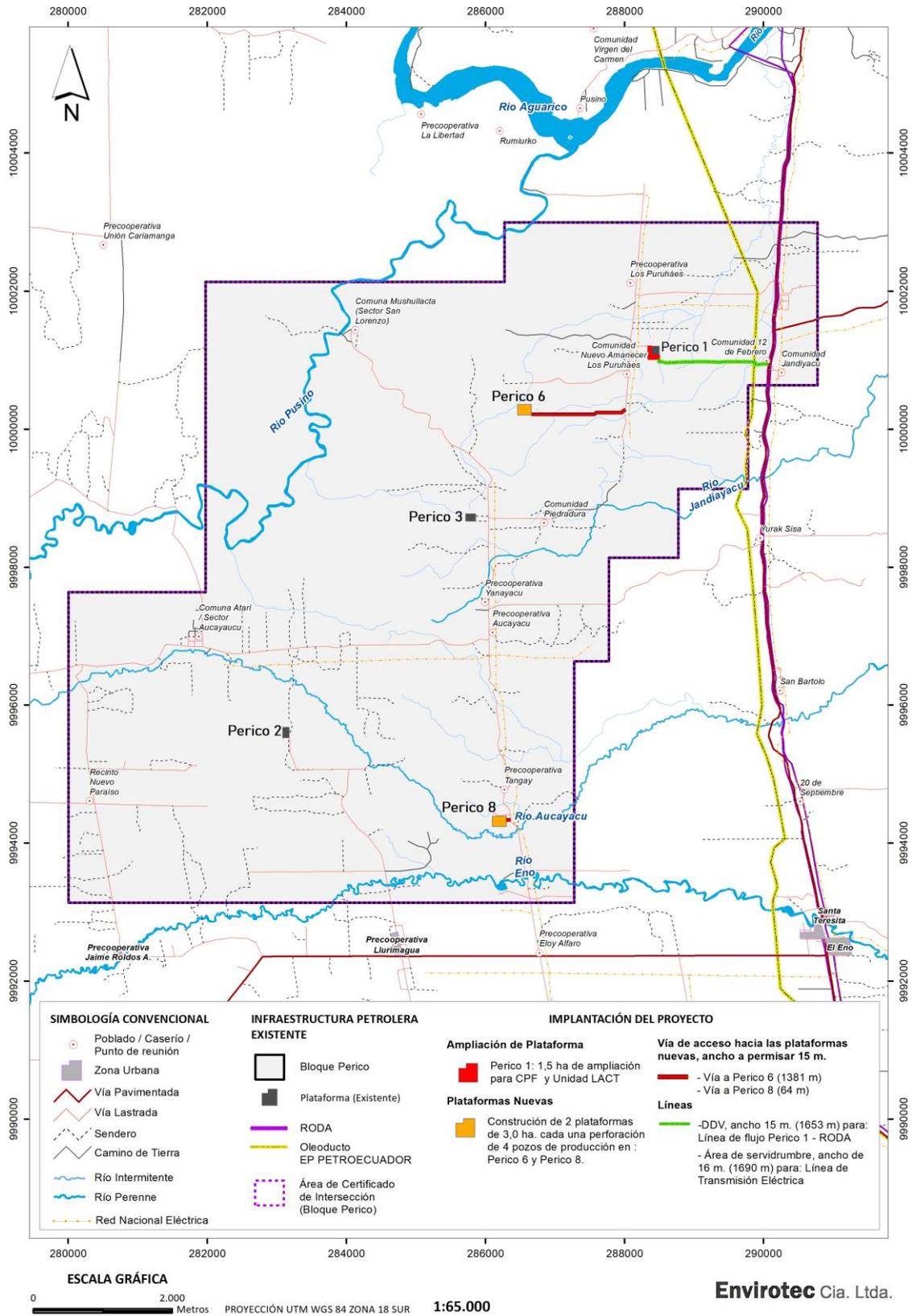
Con base en esta información se generaron mapas preliminares del área de interés sobre las condiciones geológicas, geomorfológicas, suelo, entre otros. La base topográfica a escala para la elaboración de estos mapas fue la del IGM (Instituto Geográfico Militar).

Posterior y con la visualización general del área del Bloque 88 Perico y determinación de puntos de interés (sitios de muestreos), con el apoyo de guías de las Comunidades y Precooperativas de la zona, se realizó los trabajos de campo desde el 16 al 23 de mayo; se recorrió las vías de primer, segundo, tercer orden que se encuentran dentro del Bloque, con el fin de comprobar y detallar la información existente y la cartográfica preliminar. La base cartográfica fue sustentada con la información recopilada en el sitio y su contexto, y con los aportes de los distintos especialistas, lo cual permitió elaborar el informe y los mapas definitivos, diferenciados temáticamente de acuerdo con los requerimientos del estudio.

Finalmente, el conocimiento de las condiciones geológicas, geomorfológicas, litoestratigráficas, climáticas, hidrológicas, de calidad de agua y suelo se convirtió en una herramienta fundamental para identificar de manera precisa los riesgos naturales que podrían afectar el área en estudio. Además, este enfoque nos ha brindado una comprensión completa de las condiciones actuales del territorio, incluyendo las intervenciones previas y los impactos que han dejado en la zona donde se desarrolla el proyecto.

En la Figura N° 4.2.1 se presenta el área de estudio correspondiente al Bloque 88 Perico y la vinculación de las infraestructuras petroleras a implementarse con la cartografía base.

**FIGURA N° 4.2.1.- UBICACIÓN DEL BLOQUE 88 PERICO E INFRAESTRUCTURA A IMPLEMENTARSE**



**Envirotec** Cia. Ltda.

Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

## **4.3 LÍNEA BASE FÍSICA Y PERCEPTUAL**

### **4.3.1 Geología**

#### **4.3.1.1 Metodología**

Para el estudio geológico, se utilizó información secundaria de datos existentes y estudios geológicos actualizados en la región como:

- La Cuenca Oriente, Geología y Petróleo, (Baby & Rivadeneira, 2004).
- Memorias Técnicas de la Cartografía e Información Social y de infraestructura comunitaria de la Provincia de Sucumbíos, (ARCERNR, ODEPLAN, MAG, 2000).
- Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Sucumbíos, (Geoplades, 2011)
- Mapa Geológico de la República de Ecuador, escala 1:1'000.000 (IIGE-Misión Británica, 1999).
- Mapa de Compilación Geológica de la Provincia de Sucumbíos, escala 1:250.000, (IIGE, 1984).
- Mapa de Compilación Geológica de la Provincia de Napo, (IIGE, escala 1:250.000).
- Estudio de Impacto Ambiental para la Fase Exploratoria del Bloque 88 Perico y la construcción de las plataformas Perico 1, Perico 2, Perico 3, Perico 4 y Perico 5, para la perforación de pozos exploratorios y de avanzada.

Partiendo de la información existente, se desarrolló en campo, la identificación de las unidades geológicas en los afloramientos de talud de vías, analizando la litología y las estructuras de las formaciones geológicas presentes, también se realizó un reconocimiento de las áreas sensibles o susceptibles a erosión, inundación y movimientos en masa.

#### **➤ Fenómenos naturales**

El análisis de los fenómenos naturales como sismicidad, volcanismo y fenómenos de remoción en masa se basó en información secundaria presentada en los Mapas de Peligros Volcánicos (en especial del Reventador), Informe Sísmico para el Ecuador (IGEPN, 2013)

y el Mapa y Memoria de Fallas y Pliegues Cuaternarias de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes (Egüez, 2003).

#### **4.3.1.2 Resultados**

La Cuenca Oriente fue formada como consecuencia del levantamiento y acreción de las Cordilleras Real y la Cordillera Occidental del Ecuador debido al proceso de choque, en la zona de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana, que se apoya sobre el zócalo cristalino del cratón precámbrico Guayano-Brasileño. La Cuenca Amazónica continúa hacia el norte en territorio colombiano donde toma el nombre de Cuenca Putumayo y hacia el sur en territorio peruano con el nombre de Cuenca Marañón. Se desarrolla como resultado de esfuerzos transgresivos presentes a partir del Cretácico Terminal. Su deformación y la estructuración de sus campos petrolíferos resultan de la inversión tectónica de antiguas fallas normales ligadas a un sistema de rift de edad triásico y/o jurásico inferior.

Estas fallas, actualmente inversas y de fuerte buzamiento, están orientadas principalmente en sentido N-S o NNE-SSW, y limitan tres corredores estructurales petrolíferos con características propias como son: el Sistema Subandino, el Corredor Sacha Shushufindi y el Sistema Capirón Tiputini; “el Corredor Sacha Shushufindi abarca los campos petrolíferos más importantes de la Cuenca Oriente; está deformado por mega fallas en transpresión, orientadas en sentido NNE-SSW, que se verticalizan en profundidad y pueden evolucionar a estructuras en flor hacia la superficie” (Baby et al., 1999 Rivadeneira *et al.*, 2004, p.24).

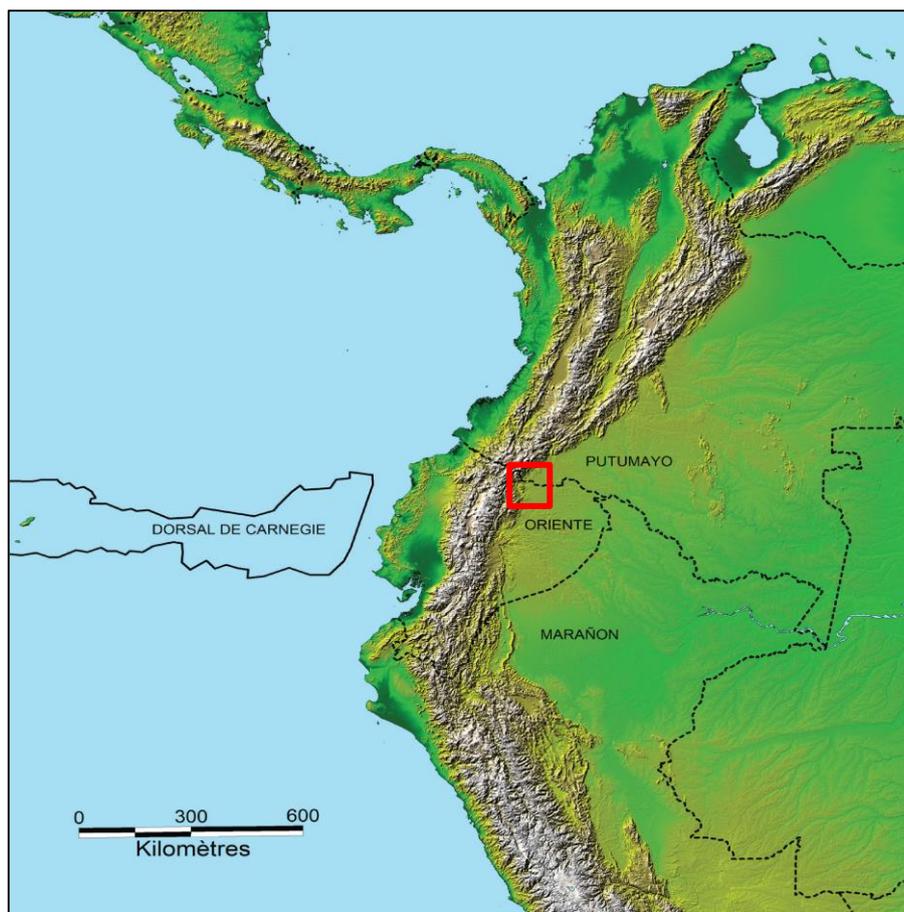
#### **4.3.1.3 Geología Regional**

La Cuenca Oriente, constituye una cuenca de antepaís (Marksteiner y Alemán, 1997) de trasarco localizada al norte de la charnela entre los Andes Centrales y los Andes Septentrionales. Es una cuenca pericratónica fuertemente asimétrica hacia el Oeste, con una inclinación suave hacia el flanco Este y forma parte de una cadena de cuencas sedimentarias subandinas orientales. El eje de la cuenca es aproximadamente N-S, mientras que su depocentro está localizado en el Perú donde se presentan espesores de hasta 5000 metros en sedimentos Terciarios y Cretácicos.

Limitada al norte por la Cuenca del Putumayo (Colombia), al sur por la Cuenca Marañón (Perú), al este por el escudo Guayanés y Brasileño y al oeste por la cordillera Occidental de los Andes (Baby et al., 2014; Figura N° 4.3.1), constituyendo el límite entre el cinturón orogénico andino del Cratón Guayanés.

La geodinámica de los Andes Centrales y Septentrionales está directamente ligada a la subducción de la placa oceánica Nazca por debajo del continente sudamericano. Al frente de la Costa Ecuatoriana, la estructura de la placa Nazca está caracterizada por la presencia de la dorsal asísmica de Carnegie, que se encuentra al momento en proceso de subducción por debajo de los Andes Ecuatorianos.

**FIGURA N° 4.3.1.- UBICACIÓN DE LA CUENCA ORIENTE, AL ESTE DE LOS ANDES CENTRALES Y SEPTENTRIONALES (DATOS SRTM, RESOLUCIÓN 90M)**



Fuente: LA CUENCA ORIENTE - GEOLOGÍA Y PETRÓLEO (BABY ET AL., 2014)

Las formaciones que afloran en el área de estudio son rocas sedimentarias depositadas en la era Cenozoica y que aún siguen depositándose. Los ambientes en que se depositaron estas

formaciones son marinos y continentales, la mayoría de estas formaciones litoestratigráficas provienen de la erosión de la Cordillera Real, Cordillera Subandina y su posterior sedimentación en la actual Cuenca Oriente.

La estructura geológica ejerce un ligero control en la morfología reciente del sector predominado por factores litoestratigráficos y tectónicos regionales. La cuenca está separada de la cordillera de los Andes por una zona de fallas, entre esta y el eje de la cuenca existe una zona de estribaciones en la cual predominan los levantamientos: Napo y Cutucú.

### ➤ **Estratigráfica de la Cuenca Oriente**

La estratigrafía en la Cuenca Oriente está constituida por estratos rocosos definidos como formaciones geológicas que generalmente llevan su nombre de acuerdo con el lugar en que se encuentra aflorante. Las Formaciones Geológicas en la Cuenca Oriente tienen una edad que va desde el Pre-Cretácico hasta el Cuaternario. Las rocas se depositaron en un ambiente marino, acompañado de una tectónica de placas activa, a estos eventos se suman los plegamientos de las rocas, actividad ígnea submarina y en algunos sectores estas formaciones se muestran metamorfizadas (Rivadeneira R. y Baby P., 1999).

Las rocas Pre-Cretácicas, formaciones: Pumbuiza, Macuma, Santiago, Chapiza, Misahuallí, se depositaron en un ambiente continental, acompañado de impulsos magmáticos debido a una tectónica de placas activa. Las formaciones: Hollín, Napo, Tena, se depositaron en un ambiente de plataforma marina. La mayoría de estas formaciones fueron fuertemente tectonizadas, erosionadas y re-depositadas, obteniendo como resultado las actuales estructuras petrolíferas.

Según ha señalado Rivadeneira R. y Baby P. (1999), a partir del Oligoceno superior al Cuaternario, el levantamiento y erosión de la cordillera Real y Subandina dio lugar a una sedimentación continental con el depósito de Formaciones: Tena Superior en un ambiente continental, Tiyuyacu inferior y Superior en un ambiente continental, Orteguaza de ambiente marino somero. Todas las unidades se han depositado en una sucesión de ciclos sedimentarios separados por importantes procesos de erosión, como consecuencia de importantes eventos tectónicos de extensión e inversión transpresiva. Las formaciones

Terciarias: Tiyuyacu, Orteguaza, Chalcana, Arajuno, Chambira, Curaray, Mesa, Mera y Depósitos Aluviales se formaron en un ambiente netamente continental.

En el área de estudio, Bloque 88 Perico, se identificó la Formación Curaray donde se ubicarán las plataformas Perico 6, Perico 8 y la ampliación de la plataforma Perico 1; adicionalmente en las plataformas nuevas se considera las vías de acceso y líneas de flujo en la misma formación geológica.

Las plataformas existentes Perico 2 se ubica en la Formación Mera y Perico 3 se ubica en la formación Curaray; adicionalmente la Plataforma Perico 1 y la vía de acceso a Perico 6 se encuentran cerca del área de Depósitos Aluviales.

En la Figura N° 4.3.2 y en el Anexo 3.1.10 Registro fotográfico se puede observar la geología por la cual se encuentra conformada el área de estudio. (Ver Anexo 9 Cartográfico 05\_MAPA\_GEOLOGICO).

#### **4.3.1.4 Geología Local**

En el área del Bloque 88 Perico predominan los depósitos cuaternarios, los cuales fueron comparados y verificados con el Mapa Geológico de la República del Ecuador escala 1:1'000.000. (IIGE, 2019). Principalmente grandes terrazas representadas por la Formación: Mera (QM, Cuaternario), Curaray (Mio Sup), además depósitos aluviales en los que destacan los ríos: Pusino, Aguarico, Jandiayacu, Eno, Aucayacu. Dichas formaciones se disponen en toda el área de estudio.

##### **➤ Formación Mera (QM, Cuaternario)**

Los depósitos de la formación Mera se extienden por gran parte de la zona del Bloque y son muy representativos en la cuenca oriental. Estos depósitos, originados en las partes altas de la Cordillera Real, constituyen potentes acumulaciones de pie de monte. Generalmente, se ubican a lo largo de los grandes ríos, formando terrazas de diferentes niveles que reflejan distintas etapas de deposición, lo cual indica una historia geológica compleja y dinámica.

Además de las características mencionadas, estos depósitos albergan una variada gama de materiales litológicos. Junto con los sedimentos aluviales comúnmente presentes, se encuentran intercalaciones de gravas, arenas y limos, que proporcionan una visión detallada de los procesos de erosión, transporte y deposición que han moldeado el paisaje a lo largo del tiempo. Estas intercalaciones, junto con las terrazas fluviales, contribuyen a la complejidad litológica y morfológica de la región.

Los horizontes de los suelos presentan una notable alteración argílica, caracterizada por una alta concentración de arcillas, y están altamente lixiviados debido a las intensas precipitaciones en las zonas húmedas. Esta lixiviación resulta en la eliminación de minerales solubles, afectando significativamente la composición química del suelo y contribuyendo a su evolución a lo largo del tiempo.

Estos depósitos se caracterizan por terrazas jóvenes (de 50 a 200 metros de potencia), se encuentran compuestas principalmente de arcillas y areniscas tobáceas con horizontes conglomeráticos gruesos con estratificación cruzada. Comúnmente se encuentran bloques de granito y gneises de varios metros de diámetro. La base de la Formación es probablemente Plioceno Superior con depósitos posteriores hasta el Cuaternario (Rivadeneira R. y Baby P., 1999).

### ➤ **Formación Curaray (Mio Sup)**

Esta formación del Mioceno Superior forma parte del relieve de colinas que se ubican hacia el nor-este del área en estudio. Está conformada principalmente por arcillolitas estratificadas de color verde azul y rojo, intercaladas con arenas de grano fino a medio, presencia de delgadas capas de lignito y arcillas carbonosas (Rivadeneira R. y Baby P., 1999). Corresponde a una serie de colinas medias a altas con pendientes inferiores a 25%, muy disectadas.

La mayor parte de esta área se encuentra prácticamente en su totalidad cubierta por suelos residuales, lo que limita nuestro conocimiento sobre la litología local. Sin embargo, se han identificado afloramientos dispersos en los flancos de las colinas, especialmente en áreas afectadas por pequeños deslizamientos que han alterado los suelos residuales circundantes.

Estos sitios revelan una litología característica, donde es común encontrar arcillolitas de tonalidad rojiza, las cuales se presentan estratificadas y con evidencia de saprolitización. Este último fenómeno es el resultado de un prolongado proceso de meteorización, influenciado por las condiciones climáticas específicas de la zona (Rivadeneira R. y Baby P., 1999).

Este tipo de exposiciones proporciona valiosa información sobre la composición y la evolución de los materiales geológicos locales, aunque su presencia es limitada y fragmentaria.

La migración lateral de los cauces del río Aguarico y sus afluentes ha provocado la erosión de esta formación, desarrollando una superficie plana con ligeras colinas.



**Fotografía N° 4.3.1.- Vía de acceso a la Plataforma Perico 1 en la Formación Curaray**

### ➤ **Depósitos Aluviales (Qa-Qt Holoceno)**

Se trata de todos los sedimentos depositados por los ríos tanto en su lecho como en sus planicies de inundación. Se encuentran mejor desarrollados en los cauces y planicies aluviales de los ríos principales y en menor proporción en los drenajes secundarios, ríos: Aguarico, Jandiayacu, Eno, Aucayacu. La representación litológica abarca principalmente una variedad de materiales sedimentarios, incluyendo arenas finas y muy finas, limos y arcillas. Estos materiales son el resultado directo de la erosión de las laderas circundantes y se encuentran distribuidos a lo largo de los cursos de agua, formando bancos y barras en las orillas de los ríos y arroyos.

Los sedimentos fluviales activos, predominantemente finos, exhiben una alta plasticidad, lo que sugiere una capacidad para ser moldeados o deformados fácilmente bajo presión. Esta plasticidad puede influir en la morfología de las formaciones aluviales, así como en su comportamiento ante fenómenos como la sedimentación y la erosión.

Además de los materiales mencionados, es común encontrar en estos depósitos una cantidad variable de gravas y cantos rodados de diversos tamaños. Estos fragmentos de roca, transportados por la corriente fluvial, pueden integrarse en los sedimentos aluviales, contribuyendo a la composición heterogénea de estos depósitos.

La combinación de arenas, limos, arcillas y, en ocasiones, gravas, ofrece una visión completa de la diversidad litológica de los depósitos aluviales. Esta heterogeneidad refleja la complejidad de los procesos de erosión, transporte y deposición que dan forma a estos entornos fluviales dinámicos (Guillen L., 2019).

Cuando se produce el desborde de los ríos y el agua pierde su energía y velocidad, se deposita el material sólido que se encuentra transportado por el cuerpo de agua y se originan las terrazas aluviales actuales en las llanuras de inundación.

A continuación se describen las formaciones a atravesar de acuerdo a la estratigrafía en el área del Bloque.

### ➤ **Basal Tena**

Pertenece a la Formación Tena (KPcT), la misma tiene una edad Maastrichtiano – Paleoceno, respecto a la litología se trata de una destacada secuencia de arcillas multicolores, cuyo color predominante es el pardo rojizo, aunque puede variar desde tonos rojos claros y color ladrillo hasta púrpura, que se encuentra depositada de manera discordante sobre la formación Napo.

Basal Tena es parte de la unidad inferior y se encuentra formada por areniscas mal seleccionadas depositadas durante una regresión marina. Las areniscas son fluviales y gradan a sedimentos más finos de medio marino litoral somero. Son de edad Maastrichtiano temprano (Chiriboga Pinos, 2007).

### ➤ **Formación Napo (Kn)**

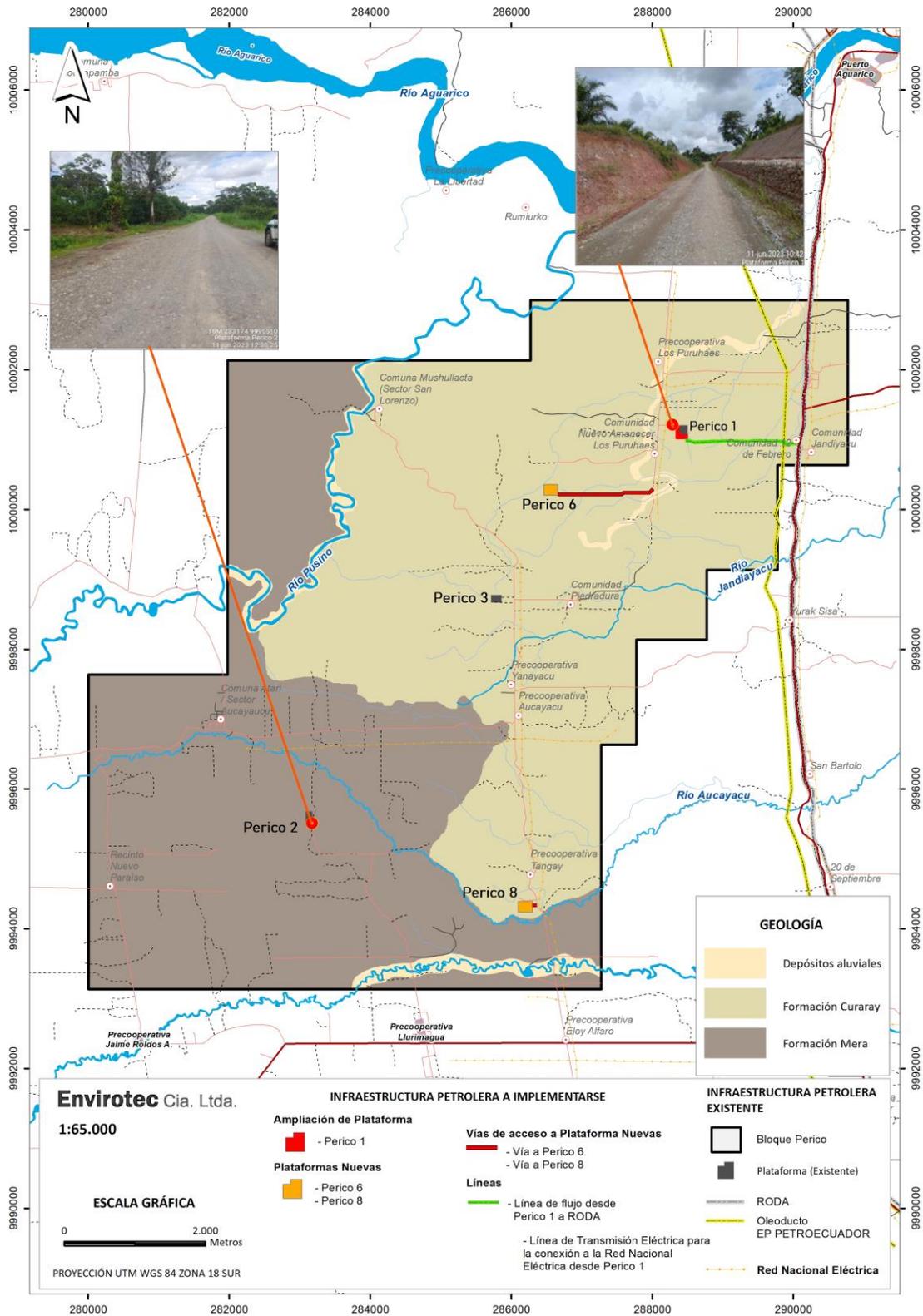
Armijos (2012) menciona que es una formación de edad cretácica, está constituida por lutitas negras de color negro a gris oscuro estratificadas con calizas algo fosilíferas de colores grises y limolitas también grises. Adicional según Duque (2020) esta formación descansa sobre la Formación Hollín y está cubierta por las capas rojas de la Tena con ligera discordancia erosional. Esquistos calcáreos bituminosos correlacionados con la Napo se conocen en la margen oriental de la Cordillera Real. Se ha subdividido en 3 litologías: Napo Inferior (areniscas y lutitas con calizas subordinadas), Napo medio (caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m) y Napo Superior (lutitas verde grises hasta negras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas). Debido a la rica fauna de foraminíferos y ostrácodos se ha podido determinar una edad que va del Albiano al Santoniano.

### ➤ **Formación Hollín (Kh)**

Esta formación según Armijos (2012) está constituida por areniscas con intercalaciones de lutitas, se localizan en los cauces del río Due, está representada por bancos de areniscas de grano fino a medio, textura azucarada bien clasificados, con poco cemento arcilloso o calcáreo.

Generalmente se encuentra una estratificación cruzada, intercaladas a las areniscas, se encuentran delgadas capas de lutitas de color gris a gris oscuro, se encuentra en contacto discordante o sobreyaciendo a la formación Chapiza y subyace concordantemente con la formación Napo.

**FIGURA N° 4.3.2.- MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS**



Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

En la Cuenca Oriente, los análisis de secciones sísmicas y datos estructurales del campo han permitido dividir en tres dominios estructurales–petrolíferos controlados por mega fallas de rumbo, orientación NNE–SSO, que se prolongan hacia el norte en Colombia (Rivadeneira R. y Baby P., 1999), cada uno con características propias (régimen tectónico y evolución).

Estas regiones se han dividido en tres dominios estructurales:

- Sistema Subandino
- Corredor Sacha–Shushufindi
- Sistema Invertido Capirón–Tiputini

#### **4.3.1.5 Geología Tectónica**

Endara (1979) menciona que la Cuenca Oriente estructuralmente se define como un elemento irregular el cual presenta su costado Este poco profundo, la parte central casi horizontal y su costado Oeste con inclinación empinada y posiblemente cortadas por fallas contrarias.

La Cuenca Oriente resulta de esfuerzos transpresivos (posiblemente en el Turoniano) presentes a partir del Cretácico terminal los que provocaron la inversión tectónica y la formación de estructuras petrolíferas con características propias de antiguas fallas normales ligadas a un sistema de rift de edad Triásico y/o Jurásico inferior (Rivadeneira & Baby, 1999).

Este sistema de fallas actualmente tiene una orientación NNE – SSW con fuertes buzamientos y que limitan a tres corredores estructurales-petrolíferos (Baby et al., 2004)

##### **➤ Sistema Subandino**

Constituye el pie de Monte de los Andes ecuatorianos y el Antepaís oriental de diferentes orogénias sucesivas que modificaron los Andes ecuatorianos. Este sistema corresponde la parte aflorante de la Cuenca Oriente y permite observar el estilo de las últimas deformaciones. Este dominio tectónico se levantó y deformó principalmente durante el Plioceno y el Cuaternario (lahares cuaternarios se encuentran levantados). De acuerdo con

la morfología y las series sedimentarias implicadas en la deformación conducen a diferenciar tres regiones estructurales, que de norte a sur son: el Levantamiento Napo, la Depresión Pastaza y el Levantamiento Cutucú.

### ➤ **Levantamiento Napo**

Ubicado entre los ríos Napo y Aguarico, constituye una enorme superficie de estructura anticlinal de dirección NE-SO, limitado al Este y al Oeste por fallas de rumbo, donde afloran las formaciones sedimentarias cretácicas y terciarias de la Cuenca Oriente. Subyaciendo a las formaciones Cretácicas en la parte central de esta gran estructura está constituida y al borde occidental de la misma el sustrato corresponde al granito de Abitagua.

El borde oriental del Levantamiento Napo, o frente subandino, está constituido por estructuras compresivas, como fallas inversas de tendencia hacia el nor-este, las que han favorecido al entrapamiento de hidrocarburos en campos como el Bermejo y Pungarayacu.

A lo largo de las fallas de rumbo que limitan el batolito de Abitagua de la parte este del sistema Subandino, se encuentran los volcanes Reventador, Pan de Azúcar y Sumaco.

Este levantamiento tiene un estilo estructural de basamento compresivo y de fallas en bloque que contrasta con el estilo estructural de desgarramiento del Levantamiento Cutucú.

### ➤ **Depresión Pastaza**

Constituye un área baja de transición entre el Levantamiento Napo y el Levantamiento Cutucú, donde afloran esencialmente sedimentos neógenos y cuaternarios. En esta zona se halla un tren de anticlinales de tendencia hacia el norte, noreste y noroeste que probablemente son controladas por fallas inversas subyacentes.

### ➤ **Levantamiento Cutucú**

Se extiende hacia el sur hasta la Cordillera del Cóndor. Esta zona del Sistema Subandino corresponde a un anticlinal muy levantado que se encuentra deformado por pliegues y cabalgamientos de desgarramientos con tendencia hacia el Norte y que por efecto de fallas

axiales han aparecido formaciones Pre-Cretácicas. En el levantamiento Cutucú afloran esencialmente las formaciones triásicas y jurásicas Santiago y Chapiza, además de las formaciones Macuma y Pumbuiza que son los terrenos más antiguos que se conocen en el oriente ecuatoriano.

A través de la carretera Santiago-Méndez, se interpreta el Levantamiento Cutucú como una estructura en flor. En este sector, estudios de campo y foto-interpretaciones muestran que el frente subandino corresponde, en superficie, a un sistema de corrimientos. Hacia el Norte, este sistema de retro-corrimientos cabalga al borde Este de la estructura en flor del Levantamiento Cutucú. Hacia el Sur, el sistema de retro-corrimientos se desarrolla según una orientación NNO-SSE y forma el borde oriental de la Cuenca Santiago de Perú (Pardo, 1982; Baby, 1995).

#### ➤ **Corredor Sacha – Shushufindi**

Dentro del Corredor Sacha - Shushufindi se encuentran los campos petroleros más importantes del Ecuador, tales como Shushufindi, Sacha, Lago Agrio, Auca, Guantadureno, entre otros. Limitado el campo Lago Agrio por una falla inversa de dirección preferencial NE-SO (Ver Figura N° 4.3.3). Dentro de este dominio estructural se encuentra ubicado el Bloque 88 Perico.

Este sistema estructural ha sido muy deformado por mega-fallas de rumbo orientadas en dirección NNE-SSO, que se verticalizan a profundidad y pueden evolucionar a estructuras en flor hacia la superficie.

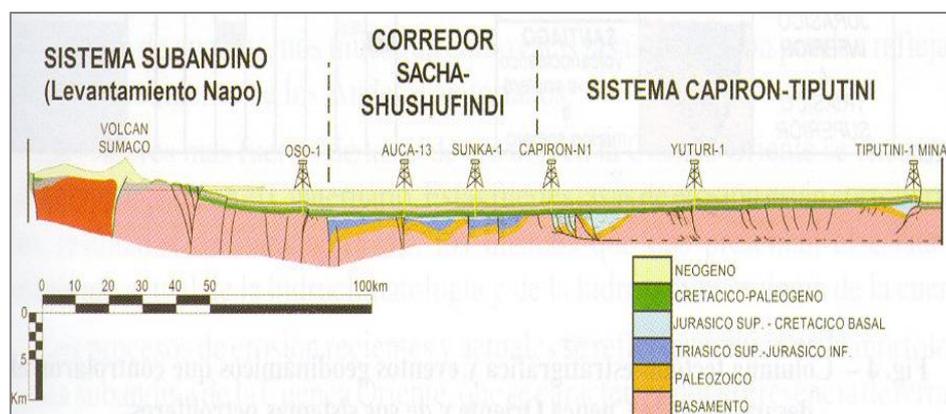
Durante el Cretácico Superior, el Terciario y el Cuaternario, estas mega-fallas de rumbo han sufrido mayor deformación y se han reactivado e invertido (transpresión dextral). Están asociadas durante el Cretácico Superior a la extrusión de cuerpos volcánicos (Barragán et al, 1997). Aunque no está bien definida la parte sur del Corredor Sacha-Shushufindi, este parece prolongarse hacia el suroeste y aforarse en el Levantamiento Cutucú.

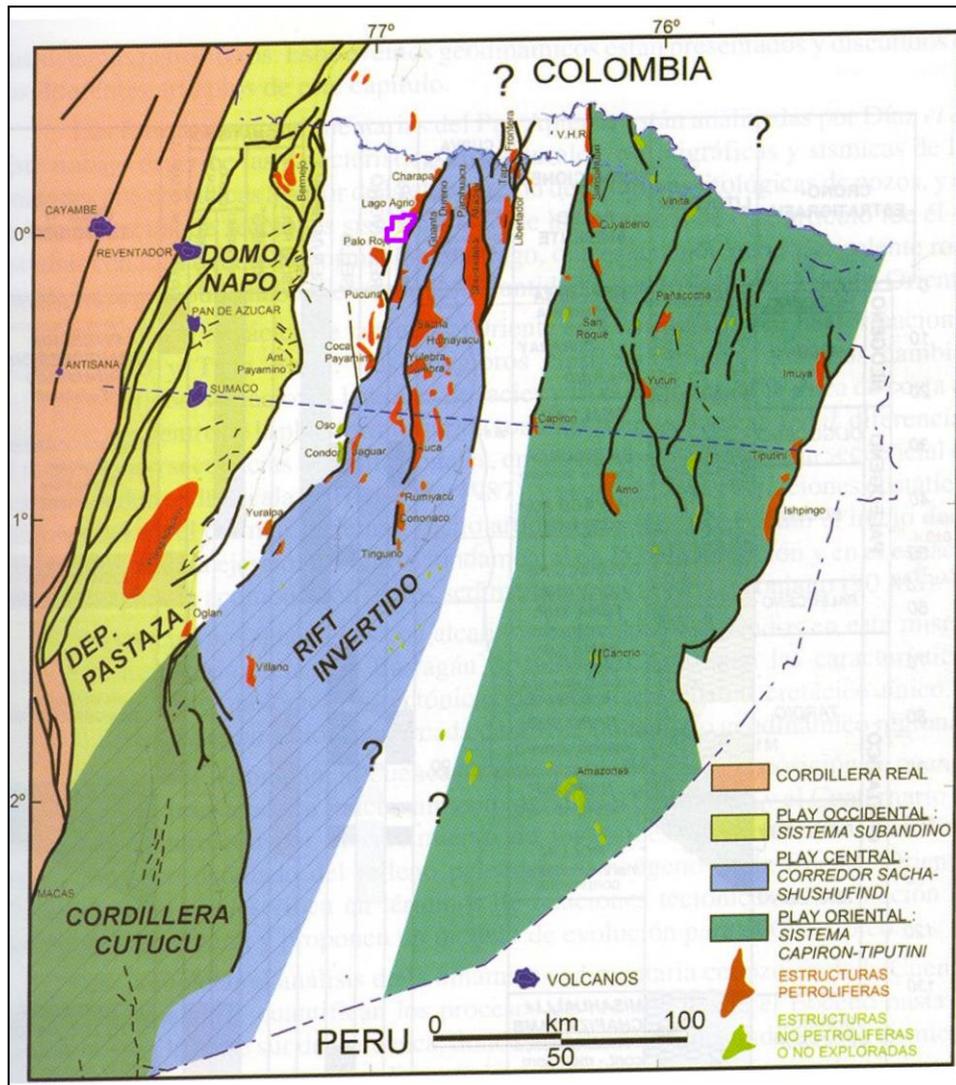
### ➤ Sistema Invertido Capirón-Tiputini

Este gran sistema estructural es más ancho que el corredor Sacha-Shushufindi. Las estructuras y campos petroleros más importantes se encuentran en el borde oriental (estructuras Tiputini, Tambococha, Ishpingo, Imuya), además otras estructuras importantes están en el borde occidental (estructuras Cuyabeno-Sansahuari, Capirón) y también en la parte Central (estructuras Pañacocha, Yuturi, Amo). El estilo de la deformación expresa, como en el corredor Sacha - Shushufindi, un régimen tectónico en transpresión dextral. El área de estudio está ubicada dentro del Sistema Invertido Capirón Tiputini. (Modificado de Rivadeneira & Baby, 1999).

Dentro de este dominio estructural se halla una inversión de una cuenca extensiva estructurado por fallas lístricas, diferente de la cuenca Sacha-Santiago del Corredor Sacha-Shushufindi, y probablemente de edad permo-triásico. Esa inversión provocó un importante levantamiento de la parte oriental de la cuenca a partir del Eoceno como lo muestran ciertas secciones sísmicas, en donde estructuras eocénicas están erosionadas y selladas por la base de la Formación Tiyuyacu Superior.

**FIGURA N° 4.3.3.- SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS CORREDORES**





Fuente: La Cuenca Oriente, Modificado, Rivadeneira & Baby, *et. al.* (1999).

Siendo el régimen tectónico de transpresión dextral, durante el Eoceno por el fuerte levantamiento de la parte oriental de la cuenca, las formaciones y estructuras eocénicas se erosionaron y sellaron por la base de la formación Tiyuyacu Superior. El “trend” Tiputini-Ishpingo se prolonga hacia el sur en la cuenca Marañón (Estructura Bolognesi), donde un pozo alcanzó la formación Mitu del Pérmico (Rivadeneira y Baby P. 1999).

En la Figura N° 4.3.4 se halla la secuencia Tectono-Estratigráfica de la Cuenca Oriente en la que se encuentra inmerso el Bloque 88 Perico.

**FIGURA N° 4.3.4.- SECUENCIA TECTONO – ESTRATIGRÁFICAS DE LA CUENCA ORIENTE**

| ERA   | PERÍODO     | EPOCA       | EDAD (ma) | FORMACIÓN     | AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN | ESPESOR                  | DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA   | REPRESENTACIÓN GRÁFICA   |  |
|---|-------------|-------------|-----------|---------------|--------------------------|--------------------------|--|--|--|
| C<br>R<br>I<br>O<br>T<br>O<br>Z<br>O<br>O<br>C<br>E<br>N<br>O | CUATERNARIO | Holoceno    | 0,8       | MERA MESA     | Continental              | 100 -1000 m              | Terrazas aluviales fuertemente erosionadas, abanicos de pie de monte |  |  |
|   |             | Pleistoceno | 1,0       |               |                          |                          |  |  |  |
|   | NEOGENO     | PLIOCENO    | MIOCENO   | 3,5           | CURARAY CHAMBIRA         | Transicional Continental | > 760 m<br>1000 -1500m   | Arcillas rojizas verdosas y azuladas y areniscas<br>Conglomerados, arcillas y areniscas                          |  |
|   |             |             |           | 18,5          | ARAJUNO                  | Continental              | 800 -1000 m  | Conglomerados, areniscas, arcillas bentoníticas, arcillas rojizas con contenido de yeso y areniscas con lignitos |  |
|   | PALEOGENO   | OLIGOCENO   | EOCENO    | 9,9           | CHALCANA                 | Marino Somero            | 650 -1100 m  | Arcillas rojas con intercalaciones arenosas  |  |
|   |             |             |           | > 150 m       | ORTEGUAZA                | Continental              | > 150 m  | Lutitas gris verdosas con niveles de arenisca glauconítica   |  |
|   |             | 21,1        |           | TIYUYACU Sup. | Continental              | 350 m                    | Conglomerados, arcillas, areniscas                                   |  |  |
|   |             | 21,1        |           | TIYUYACU Inf. | Continental              | 250 m                    | Conglomerados, areniscas y arcillas, cherts                          |  |  |
|   |             | 10,2        |           | TENA Sup.     | Continental              | 500-1000 m               | Limolitas, areniscas rojas y verdosas                                |  |  |

Fuente: Modify PETROPRODUCCIÓN – IRD (Institut de Recherche Pour le Développement de Francia) 1999 and A Phanerozoic Time Scale 1996.

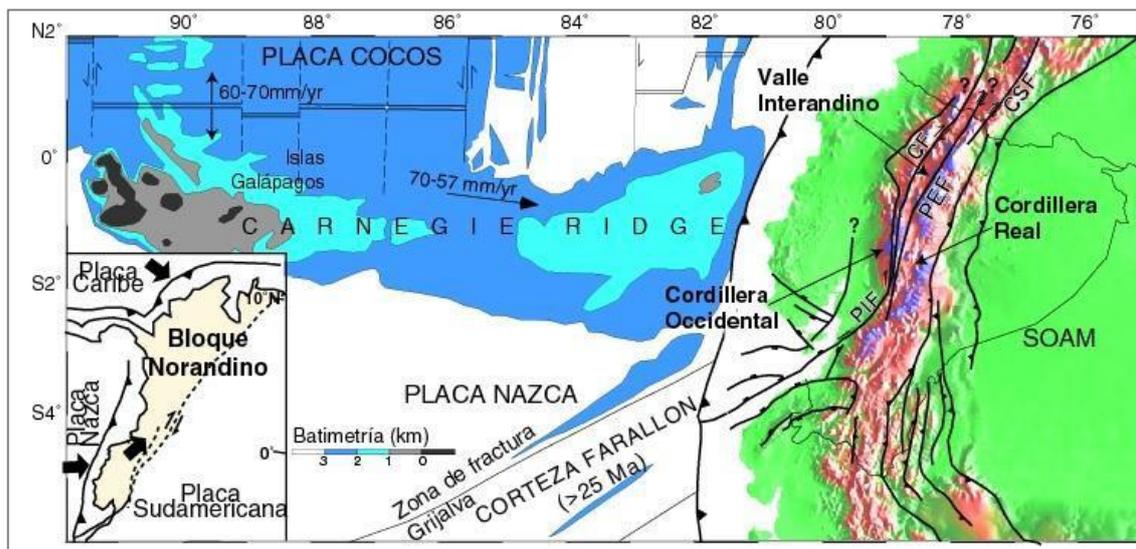
#### 4.3.1.6 Sismo tectónica

El producto de la actividad geodinámica (sismicidad y vulcanismo) en el Ecuador, está relacionado directamente con el proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca junto con la Dorsal de Carnegie, por debajo del margen continental conformado por la placa Sudamericana y el Bloque Nor-Andino (Figura N° 4.3.5).

Los orígenes de los eventos sísmicos en el Ecuador provienen de dos fuentes principales: debido al proceso de subducción y por el fallamiento cortical que afecta al Bloque Norandino y placa Sudamericana.

“Por lo general, los sismos corticales superan en número a los sismos de subducción; aunque, con lo que respecta a liberación de energía (magnitud superior a 5), los sismos de subducción son superiores”, Informe Sísmico (IGEPN, 2013).

**FIGURA N° 4.3.5.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL PALEÓGENO Y NEÓGENO DE LA CUENCA ORIENTE**



Fuente: Villagómez, 2003, p.10.

### ➤ Fallas activas en la Zona del Proyecto

Los principales sistemas de fallas activas en el país se encuentran ampliamente descritos en diferentes trabajos, bien conocidos dentro de la literatura especializada, como el Mapa Sismo tectónico del Ecuador (Defensa Civil, 1992) y el Mapa de fallas y pliegues cuaternarios de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes (Egüez, 2003). Las principales fallas que se consideran de influencia en la zona de estudio son las del sistema de fallas del Frente Andino Oriental, con su mayor expresión en la zona del volcán Reventador.

Un resumen de las principales estructuras se presenta en la siguiente Tabla N° 4.3.1:

**TABLA N° 4.3.1.- FALLAS ACTIVAS PRINCIPALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

| Región    | Sistema  | Falla / Descripción   |
|-----------|----------|---|
| Subandino | Inversas | <p>Las estructuras tectónicas del piedemonte andino oriental comprenden las fallas de las inversas del borde de la Cordillera Oriental de Colombia y a las fallas del frente Subandino del Ecuador. De manera general, estas fallas han sido propuestas tradicionalmente en la literatura geológica ecuatoriana (SNGM, 1969; DGGM, 1982), limitando y controlando el levantamiento de la Cordillera Real desde el Eoceno, con actividad persistente hasta la actualidad.</p> <p>En el Mapa Sismo tectónico del Ecuador (Defensa Civil, 1992), se define morfológicamente varios segmentos de falla que limitan las más importantes zonas morfoestructurales de los subandes: el Levantamiento Napo y la Cordillera de Cutucú. Las principales fallas descritas en la parte septentrional pertenecen al sistema de fallas del sistema Payamino - Cascales y son las fallas más cercanas a la región del proyecto, aproximadamente a 50 km al sureste y este respectivamente.</p> <p>El levantamiento del Napo estructuralmente constituye un gran anticlinal de eje paralelo al rumbo general de la Cordillera de los Andes, que se halla limitado al occidente por la faja de cabalgamientos de bajo ángulo y fallas inversas ya reconocidas por Tschopp en 1953. Las fallas principales son: Payamino-Cascales (93, y 94), Puyo (87), Cutucú (97).</p> |

Fuente: Mapa de fallas y pliegues cuaternarios de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes. Escala 1:1'250.000 (2003)

Cabe resaltar que, de acuerdo con la sismicidad histórica, la zona de estudio se ubica en una de las áreas de menor actividad sísmica del país. Los epicentros de los grandes sismos históricos se encuentran hacia el occidente de la región del proyecto.

En el área del proyecto no hay evidencias morfológicas de fallas activas que puedan ser fuentes de sismos superficiales. Los sismos reportados son de gran profundidad focal. Por estas razones se considera muy poco probables los sismos de gran magnitud.

El sismo de mayor consideración histórica corresponde al sismo del 5 de marzo de 1987, que se originó en la falla Chingual, ubicada al noroccidente del volcán El Reventador en la provincia de Napo, donde se presentaron los efectos más severos.

También hubo serios daños en ciudades y poblaciones de las provincias de Sucumbíos, Imbabura, Pichincha y el este del Carchi. Este sismo provocó la destrucción de varios tramos del Oleoducto Transecuatoriano, que obligó a la suspensión del bombeo de petróleo por varios meses, con serios efectos en la economía nacional, hubo grandes deslizamientos de tierra en taludes de carreteras y laderas de montes en la Región Oriental, destruyendo casas, sembríos, etc.

Las aceleraciones que se esperan en el área de estudio, como consecuencia sísmica, no son considerables; sin embargo, en zonas de laderas se puede esperar como consecuencia de los

sismos que se disparen grandes deslizamientos como los ocurridos en el sismo de 1987, los que originan grandes flujos de lodo que se movilizan por la red de drenaje.

En el caso de ocurrir este tipo de fenómenos, los flujos de lodo originados circularían por el río Napo sin causar mayores daños debido a la amplia sección del cauce; por esta razón la amenaza para las instalaciones y la población se considera baja.

#### **4.3.1.7 Consideraciones volcánicas**

Actualmente en el país se observa que unos 55 volcanes deben ser considerados como potencialmente activos. De los cuales, se hace referencia a los volcanes Sumaco y Reventador por la cercanía al área de estudio como se puede visualizar en la Figura N° 4.3.6.

El *volcán Sumaco* se ubica a aproximadamente 91 km de distancia hacia el Bloque 88 Perico. Se trata de un volcán activo poco conocido debido a su inaccesibilidad; se conocen dos erupciones no confirmadas. Una tuvo lugar en 1865 y otra en 1925. Una descripción en 1865 sobre el volcán mencionaba un cráter quebrado y abierto hacia el sur. Años más tarde, en 1925, se describe un cráter perfecto, por lo que se supone que hubo una erupción que restauró la forma del cráter.

De las imágenes aéreas que se dispone del área, al parecer el Sumaco sufrió un colapso formando una caldera abierta hacia el noreste, desde la cual se volvió a formar el nuevo edificio que mantiene cierta actividad sísmica, aunque en las exploraciones que se han realizado no se han confirmado fuentes termales o fumarólica. La figura bastante simétrica de este volcán, a pesar de encontrarse en una zona de abundantes lluvias, indica que tuvo erupciones recientes (menores a 10.000 años).

Sus erupciones son de tipo estrombolianas, por lo que la ceniza emitida no alcanza una gran altura, de manera que estas difícilmente podrían llegar hasta el área de estudio.

El *volcán Reventador* es el más cercano y se encuentra aproximadamente a 72 km de distancia del Bloque 88 Perico. Este volcán tiene forma de herradura orientada hacia el este. Su última erupción se produjo en marzo del 2007.

Los flujos de lodo y escombros (lahares) están compuestos por materiales volcánicos sueltos (rocas, pómez, arena, ceniza) que en el caso del volcán Reventador, han sido mezclados por el agua proveniente de las fuertes lluvias que existen en la zona. Una vez formados, los lahares descienden rápidamente por los drenajes naturales del volcán y de la caldera. La peligrosidad y la magnitud de estos fenómenos están determinadas por el volumen de agua y por la cantidad de los materiales sueltos disponibles, así como de las pendientes y el grado de encajonamiento de los valles. Este fenómeno fue muy común luego de la erupción de 2002, pudiendo observarse eventos pequeños de gran tamaño en los ríos Marker, Montana, Reventador y que afectaron la vía Quijos - El Reventador.

Por la lejanía al área de influencia determinada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, respecto a las locaciones en estudio, no existen riesgos significativos relacionados a estos fenómenos naturales. Se podría presentar principalmente pequeñas caídas de cenizas, en dependencia de la dirección del viento en una eventual erupción, según registros históricos de erupciones existentes, los flujos de lava solamente se circunscriben al área de influencia del cráter, en algún caso especial, flujos de lodo y lava alcanzaron al río Quijos. Hay referencia de la presencia de cenizas en un radio de hasta 180 km.

**FIGURA N° 4.3.6.- VOLCANES CON RELACIÓN AL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2023

### **4.3.2 Geomorfología**

#### **4.3.2.1 Metodología**

Se reunió información temática tanto bibliográfica como cartográfica, la misma que fue clasificada y analizada en campo, se realizó un reconocimiento general de las estructuras morfológicas de la zona, se evaluó en detalle todas las unidades del paisaje que conforman el área de estudio. Se examinó, clasificó y analizó información bibliográfica y cartográfica descrita en: Los Paisajes Naturales del Ecuador, (Winckell A. *et al*, 1997). Relieve y Geomorfología del Ecuador, (Winckell A. *et al*, 1982).

#### **4.3.2.2 Resultados**

La geomorfología en su forma más simple es la relación entre la génesis del relieve y las unidades lito estratigráficas que conforman la corteza terrestre. Su modificación es producida por procesos morfodinámicos a los que están sometidos los materiales por efecto de los agentes denudativos.

La Cuenca Oriente incluye tanto la Zona Subandina (caracterizada por empinadas montañas de espesa vegetación) como también la Planicie Amazónica que constituye la inmensa región plana cubierta de selva; “esta Planicie se encuentra recubierta por llanuras de piedemonte, a través de la cual los valles se abren y en las llanuras se extienden canales anastomosados o meándricos; los valles están rellenos por numerosas terrazas areno-limosas” (Winckell *et al.*, 1997 en Villalba R., 1992).

En el área de estudio se presentan las siguientes unidades: Colinas en media naranja, Relieve colinado muy bajo, Relieve ondulado, Superficie de cono de esparcimiento, Terrazas indiferenciadas, Valle fluvial llanura de inundación y Valle indiferenciado.

En la siguiente Tabla N° 4.3.2 se realiza una breve descripción de cada unidad geomorfológica y se identifica cada categoría del paisaje geomorfológico.

**TABLA N° 4.3.2.- UNIDADES DEL PAISAJE GEOMORFOLÓGICO**

| Unidades Geomorfológicas                             |  |                                     | Pendiente del Terreno (%) |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Región   | Sistemas   | Unidades del Paisaje                |                           |
| Región Oriental, Cuenca Amazónica Periandina distal. | Llanuras Aluviales, Terrazas, Colinas y Pantanos | Colinas en media naranja            | Media (> 12 - 25 %)       |
|  |  | Relieve colinado muy bajo           | Suave (> 5 - 12 %)        |
|  |  | Relieve ondulado                    | Suave (> 5 - 12 %)        |
|  |  | Superficie de cono de esparcimiento | Muy suave (> 2 - 5 %)     |
|  |  | Terrazas indiferenciadas            | Muy suave (> 2 - 5 %)     |
|  |  | Valle fluvial llanura de inundación | Muy suave (> 2 - 5 %)     |

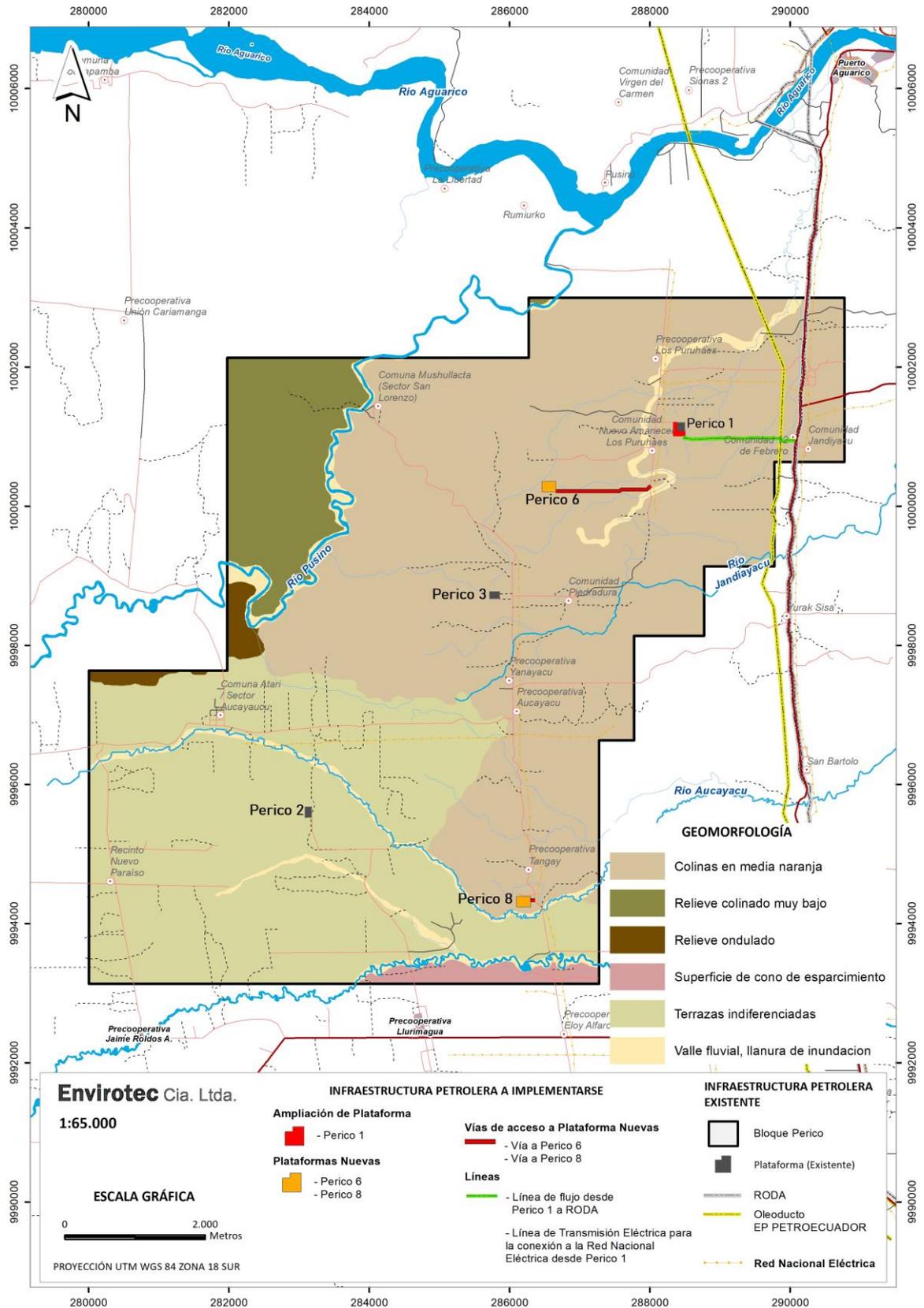
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 20234

Los factores que influyen en la geomorfología del sector y en los procesos morfodinámicos son: geología, clima, condiciones litológicas–estructurales y la cobertura vegetal. Además, una de las principales influencias morfodinámicas del Bloque 88 Perico está dada por el río Aguarico y sus afluentes principales: Jandiyacu, Aucayacu y Eno.

Los sistemas de paisajes principales dentro de la parte distal de la Cuenca Amazónica corresponden a las llanuras aluviales de esparcimiento y las colinas. La primera contiene llanuras de esparcimiento de diferentes niveles, aluviones, terrazas y llanuras de inundación, mientras que la segunda incluye un sistema de colinas de control estructural con diferentes grados de disección intercalada por pantanos.

En la Figura N° 4.3.7 se puede observar la geomorfología que se encuentra vinculada al área de estudio. (Ver Anexo 9 Cartográfico 06\_MAPA\_GEOMORFOLOGICO).

**FIGURA N° 4.3.7.- MAPA GEOMORFOLÓGICO – BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ **Colinas en Media Naranja**

Son geoformas exclusivas de la región Amazónica y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

En esta geoforma los materiales arcillosos bien estratificados, en alternancia con areniscas de grano fino a medio de la Formación Curaray, presentan una intensa meteorización. Se caracterizan por presentar pendientes de suaves (de 5 a 12%), desniveles relativos comprendidos entre 5 y 100 metros, longitudes de vertiente largas (más de 500m), con formas convexas, formas de cima redondeadas y valles en U (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA- NIPSA, 2015, p. 27).

### ➤ **Relieve Colinado muy bajo**

Según (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA- NIPSA, 2015, p.13) estos relieves se sitúan en la zona centro-oeste del cantón, en el límite con el Parque Nacional Yasuní y puntualmente en la zona meridional, cerca del río Cononaco y del límite con el cantón Arajuno. Se localizan en los contextos morfológicos Colinas periandinas orientales y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas poseen pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), con desniveles relativos que no sobrepasan los 15 metros y longitudes de vertiente cortas (15 a 50m) con formas 28 convexas o cóncavas. Presentan cimas redondeadas y valles en U o planos. Geológicamente, se constituyen por arcillas bien estratificadas, localmente yesosas, en alternancia con areniscas de grano fino a medio de la Formación Curaray.

### ➤ **Relieve Ondulado**

Esta unidad incluye una pendiente y tiene un relieve entre el 2 y el 8%. Suelen formarse en los alrededores de montañas, viéndose como montañas muy pequeñas, formadas debido a las lluvias que acumularon tierra en la zona, sin rasgos característicos. El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA- NIPSA, 2015).

➤ **Superficie de cono de esparcimiento**

Según lo señalado por (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA-NIPSA, 2015, p.20). Se trata de una superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de esparcimiento es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de deyección. En este proyecto, se reserva el término de cono de esparcimiento para los aparatos de gran tamaño, como los que se desarrollan en los piedemontes de las Cordilleras Occidental y Real.

➤ **Terrazas indiferenciadas**

Son superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (terrace media, terraza alta, o terraza colgada) y que, por tanto, no se pueden clasificar en ningún otro tipo. Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, un tipo particular de terraza labrada sobre material rocoso (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA- NIPSA, 2015, p.20).

➤ **Valle fluvial llanura de inundación**

Son zonas bajas que se caracteriza por un mayor desarrollo, presentan pendientes planas o muy suaves (de 0 a 5%) y formas de valle igualmente planas, recorridos por canales de marcado carácter meandriforme. Esta geoforma se localiza íntegramente en el contexto morfológico medio aluvial amazónico (MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & CONSORCIO TRACASA- NIPSA, 2015, p.20).

### **4.3.3 Suelos**

#### **4.3.3.1 Metodología**

##### **➤ Análisis químico**

La caracterización de los suelos para el área de estudio se basó en información recolectada durante la campaña de campo y revisión bibliográfica. Específicamente para el Bloque 88 Perico, la caracterización de los suelos se realizó utilizando como referencia el Anexo 3.1.10 Registro fotográfico, estudios previos en la zona y el Mapa Geomorfológico (IIGE, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos S.U.C.S).

Los suelos se cartografiaron con base en la interpretación de las imágenes satelitales en combinación con la información de los Mapas Topográficos de la Región, escala 1:50 000 (IGM,) y de la información geomorfológica.

El trabajo de campo consistió en la descripción del uso de suelo, caracterización taxonómica, caracterización física – mecánica, y química de los suelos; en base a los datos y muestras levantadas en la campaña de campo. La ubicación de los lugares de muestreo se determinó por la interpretación de la geomorfología y lugares representativos de cada unidad morfológica y la ubicación del proyecto propuesto.

En los sitios de muestreo se tomaron datos morfológicos de los suelos relacionados a: litología, potencia, textura, color, estructura, granulometría, consistencia, dureza, porcentaje de raíces y características de los poros en base al perfil propuesto por Deer y Patton (1971), para tener una idea inicial de la clase y comportamiento del material. Las muestras tomadas fueron codificadas y enviadas al laboratorio acreditado, para su respectivo análisis y clasificación.

Los suelos fueron clasificados en el campo, de acuerdo con el libro Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975) y la descripción de los perfiles incluyó la identificación de los diferentes horizontes, los que también fueron definidos según los criterios presentados en el libro de taxonomía. Estos criterios incluyen: profundidad, color, textura, estructura, límites, láminas

de arcilla, fragmentos gruesos y consistencia. En el Bloque 88 Perico, se analizó la dureza del suelo, su estabilidad, la pendiente de la zona, el patrón de drenaje y la susceptibilidad a inundación.

La caracterización de los suelos se realizó en base al tipo de facilidad a implementarse en área; es decir, para el caso de las plataformas Perico 1 (lo correspondiente a la ampliación de la plataforma), 6 y 8 se ejecutó en base al procedimiento establecido en el Acuerdo Ministerial 097A<sup>1</sup>, Anexo 2, numeral 4.5.1.1; en el cual se estipula: *“Se tomará una muestra compuesta por cada 100 hectáreas, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con un peso aproximado de 0.5 kg a una profundidad entre 0 a 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener muestras compuestas representativas del suelo, de la cual se tomará un peso entre 0.5 a 1.0 kg, que servirá para realizar los análisis requeridos (...)”*.

Con respecto a la línea de flujo, línea de transmisión eléctrica y vías de acceso a implementarse, el muestreo se ejecutó en base a lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2, numeral 4.5.1.2; en el cual se estipula: *“Para los proyectos lineales (vialidad, sistemas de riego, conducciones de agua potable) se tomará una muestra de suelos por cada 5 km. Para proyectos de saneamiento (red de alcantarillado sanitario), se tomará una muestra compuesta de suelo por cada 3 km, en tanto que para plantas de tratamiento se tomarán al menos dos muestras compuestas en el área de la planta”*.

La ejecución del muestreo se realizó mediante el trazado de una cuadrícula sobre el área de estudio para la toma de las submuestras de forma aleatoria y georreferenciadas.

La toma de submuestras, muestras y el análisis correspondiente se realizó a través del Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S. A. (Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.8 Acreditación de Laboratorio/3.1.8.1 ALS); la comparación de los resultados se realizó de acuerdo a la Tabla 1.- Criterios de Calidad del Suelo del AM 097A Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados, se tomó como referencia los parámetros que aplican para la actividad

---

<sup>1</sup> Acuerdo Ministerial 097A, Edición Especial, Registro Oficial N° 387 del 04 de noviembre de 2015.

hidrocarbúrfera (Hidrocarburos totales, Hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPs, Cadmio, Níquel y Plomo), ya que, si bien existe un reglamento específico para esta actividad, el mismo no detalla los parámetros a analizar en la línea base de un estudio de impacto ambiental para el componente suelo. Por lo tanto, se utilizaron los parámetros tradicionales asociados a la industria hidrocarbúrfera tales como son: Hidrocarburos Totales (TPH), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), Cadmio, Níquel y Plomo de la Tabla 1 Anexo 2 del AM 097-A, debido a su relevancia en la evaluación de la calidad ambiental y la identificación de posibles contaminantes derivados de actividades petroleras.

Una vez realizado el análisis, se procedió a la comparación de resultados.

En la siguiente Tabla N° 4.3.3 se detalla la muestra a la cual corresponde plataformas y líneas de flujo; con respecto a la ubicación de las submuestras, se detalla en el informe de laboratorio correspondiente en: Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.1 Suelos.

**TABLA N° 4.3.3.- FACILIDAD ASOCIADA A LA MUESTRA DE SUELO**

| No. | Facilidad  | Muestra Asociada |
|-----|--|------------------|
| 1   | Vía de Acceso a la Plataforma Perico 6, línea de flujo de Perico 1 al punto de intersección con RODA y línea de transmisión eléctrica. | MS-01            |
| 2   | Plataforma Perico 1 (ampliación)   | MS-02            |
| 3   | Plataforma Perico 6  | MS-03            |
| 4   | Plataforma Perico 8  | MS-04            |

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**TABLA N° 4.3.4.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SUBMUESTRAS DE SUELO**

| Muestra Asociada | Submuestra | Fecha de muestreo | Hora de muestreo | *Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Sur |           |
|------------------|------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                  |            |                   |                  | Este (m)                          | Norte (m) | Este (m)                       | Norte (m) |
| MS-01            | MS-01-01   | 18/05/2023        | 12:30            | 286691                            | 214       | 286691                         | 10000214  |
|                  | MS-01-02   | 18/05/2023        | 13:15            | 286943                            | 216       | 286943                         | 10000216  |
|                  | MS-01-03   | 18/05/2023        | 13:40            | 287443                            | 216       | 287443                         | 10000216  |
|                  | MS-01-04   | 18/05/2023        | 15:00            | 287936                            | 238       | 287936                         | 10000238  |
|                  | MS-01-05   | 17/05/2023        | 9:05             | 288061                            | 688       | 288061                         | 10000688  |
|                  | MS-01-06   | 17/05/2023        | 9:15             | 288101                            | 1186      | 288101                         | 10001186  |
|                  | MS-01-07   | 16/05/2023        | 16:35            | 288484                            | 996       | 288484                         | 10000996  |
|                  | MS-01-08   | 16/05/2023        | 15:50            | 288926                            | 967       | 288926                         | 10000967  |
|                  | MS-01-09   | 16/05/2023        | 15:40            | 289426                            | 971       | 289426                         | 10000971  |
|                  | MS-01-10   | 16/05/2023        | 13:10            | 289866                            | 962       | 289866                         | 10000962  |
|                  | MS-01-11   | 16/05/2023        | 13:15            | 290096                            | 977       | 290096                         | 10000977  |
| MS-02            | MS-02-01   | 17/05/2023        | 9:20             | 288431                            | 1203      | 288431                         | 10001203  |
|                  | MS-02-02   | 17/05/2023        | 9:22             | 288381                            | 1205      | 288381                         | 10001205  |

| Muestra Asociada | Submuestra            | Fecha de muestreo | Hora de muestreo | *Coordenadas         |           | Coordenadas        |           |
|------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------|--------------------|-----------|
|                  |                       |                   |                  | WGS 84 UTM Z18 Norte |           | WGS 84 UTM Z18 Sur |           |
|                  |                       |                   |                  | Este (m)             | Norte (m) | Este (m)           | Norte (m) |
|                  | MS-02-03              | 17/05/2023        | 9:26             | 288342               | 1153      | 288342             | 10001153  |
|                  | MS-02-04              | 17/05/2023        | 9:24             | 288380               | 1154      | 288380             | 10001154  |
|                  | MS-02-05              | 17/05/2023        | 9:28             | 288340               | 1104      | 288340             | 10001104  |
|                  | MS-02-06              | 17/05/2023        | 9:32             | 288380               | 1103      | 288380             | 10001103  |
|                  | MS-02-07              | 17/05/2023        | 9:45             | 288338               | 1053      | 288338             | 10001053  |
|                  | MS-02-08              | 17/05/2023        | 9:52             | 288381               | 1055      | 288381             | 10001055  |
|                  | MS-02-09              | 17/05/2023        | 10:00            | 288431               | 1053      | 288431             | 10001053  |
|                  | MS-02-10              | 17/05/2023        | 9:58             | 288481               | 1053      | 288481             | 10001053  |
|                  | MS-02-11              | 17/05/2023        | 9:47             | 288341               | 1014      | 288341             | 10001014  |
|                  | MS-02-12              | 17/05/2023        | 9:50             | 288381               | 1015      | 288381             | 10001015  |
|                  | MS-02-13              | 17/05/2023        | 10:12            | 288431               | 1015      | 288431             | 10001015  |
|                  | MS-02-14              | 17/05/2023        | 10:08            | 288481               | 1015      | 288481             | 10001015  |
|                  | MS-02-15              | 17/05/2023        | 10:06            | 288499               | 1036      | 288499             | 10001036  |
|                  | MS-03                 | MS-03-01          | 18/05/2023       | 11:35                | 286461    | 354                | 286461    |
| MS-03-02         |                       | 18/05/2023        | 11:55            | 286561               | 354       | 286561             | 10000354  |
| MS-03-03         |                       | 18/05/2023        | 12:25            | 286661               | 354       | 286661             | 10000354  |
| MS-03-04         |                       | 18/05/2023        | 11:30            | 286511               | 304       | 286511             | 10000304  |
| MS-03-05         |                       | 18/05/2023        | 11:50            | 286561               | 304       | 286561             | 10000304  |
| MS-03-06         |                       | 18/05/2023        | 12:00            | 286611               | 304       | 286611             | 10000304  |
| MS-03-07         |                       | 18/05/2023        | 11:35            | 286461               | 277       | 286461             | 10000277  |
| MS-03-08         |                       | 18/05/2023        | 12:20            | 286661               | 276       | 286661             | 10000276  |
| MS-03-09         |                       | 18/05/2023        | 11:35            | 286511               | 254       | 286511             | 10000254  |
| MS-03-10         |                       | 18/05/2023        | 11:45            | 286561               | 254       | 286561             | 10000254  |
| MS-03-11         |                       | 18/05/2023        | 12:05            | 286611               | 254       | 286611             | 10000254  |
| MS-03-12         |                       | 18/05/2023        | 10:40            | 286461               | 204       | 286461             | 10000204  |
| MS-03-13         |                       | 18/05/2023        | 11:40            | 286511               | 205       | 286511             | 10000205  |
| MS-03-14         |                       | 18/05/2023        | 12:10            | 286611               | 206       | 286611             | 10000206  |
| MS-03-15         |                       | 18/05/2023        | 12:15            | 286661               | 207       | 286661             | 10000207  |
| MS-04            | MS-04-01              | 22/05/2023        | 13:00            | 286100               | 9994390   | 286100             | 9994390   |
|                  | MS-04-02              | 22/05/2023        | 13:02            | 286200               | 9994390   | 286200             | 9994390   |
|                  | MS-04-03              | 22/05/2023        | 13:50            | 286300               | 9994390   | 286300             | 9994390   |
|                  | MS-04-04              | 22/05/2023        | 13:10            | 286099               | 9994342   | 286099             | 9994342   |
|                  | MS-04-05              | 22/05/2023        | 13:10            | 286149               | 9994338   | 286149             | 9994338   |
|                  | MS-04-06              | 22/05/2023        | 13:05            | 286199               | 9994341   | 286199             | 9994341   |
|                  | MS-04-07              | 22/05/2023        | 13:47            | 286251               | 9994341   | 286251             | 9994341   |
|                  | MS-04-08              | 22/05/2023        | 13:45            | 286297               | 9994334   | 286297             | 9994334   |
|                  | MS-04-09 <sup>2</sup> | 22/05/2023        | 13:42            | 286352               | 9994335   | 286352             | 9994335   |

<sup>2</sup> Se especifica que se tomó una muestra de suelo en la vía de ingreso a la plataforma Perico 8 ya que de acuerdo con el Capítulo 01 del proyecto, en la página 8, la longitud de esta vía de acceso es de 64 metros, lo cual no justifica tomar muestras separadas de esta área. Por lo tanto, se optó por realizar una muestra compuesta que abarca tanto la entrada como la plataforma Perico 8. Teniendo en cuenta que ambas áreas comparten características similares de fisiografía de suelo, específicamente Inceptisoles, así como el mismo uso de suelo y unidad geomorfológica, como se detalla en el Anexo Cartográfico en los siguientes mapas: 07\_MAPA\_FISIOGRAFIA\_Y\_SUELOS, 15\_MAPA\_DE\_COBERTURA\_CUT y 06\_MAPA\_GEOMORFOLOGICO.

| Muestra Asociada | Submuestra | Fecha de muestreo | Hora de muestreo | *Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Sur |           |
|------------------|------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                  |            |                   |                  | Este (m)                          | Norte (m) | Este (m)                       | Norte (m) |
|                  |            |                   |                  |                                   |           |                                |           |
|                  | MS-04-10   | 22/05/2023        | 13:20            | 286146                            | 9994288   | 286146                         | 9994288   |
|                  | MS-04-11   | 22/05/2023        | 13:24            | 286201                            | 9994288   | 286201                         | 9994288   |
|                  | MS-04-12   | 22/05/2023        | 13:27            | 286253                            | 9994289   | 286253                         | 9994289   |
|                  | MS-04-13   | 22/05/2023        | 13:15            | 286101                            | 9994240   | 286101                         | 9994240   |
|                  | MS-04-14   | 22/05/2023        | 13:20            | 286201                            | 9994239   | 286201                         | 9994239   |
|                  | MS-04-15   | 22/05/2023        | 13:40            | 286299                            | 9994238   | 286299                         | 9994238   |

Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023.

\*Coordenadas de acuerdo con informe de laboratorio (Anexo 3.1.1 Suelos)

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Es importante mencionar que el muestreo de suelos se realizó de acuerdo con el AM 097 A Numeral 4.5 Muestreo y Análisis de Suelos.

Para el caso de las plataformas se realizó una muestra compuesta formada de entre 10 a 20 submuestras georreferenciadas de acuerdo con el numeral 4.5.1.1.

Para el caso de vías y líneas de flujo se tomó en cuenta el numeral 4.5.1.2 que aplica para proyectos lineales el cual estipula 1 muestra cada 5 Km.

Para este caso en virtud que el proyecto lineal abarca un longitud total de 3,071 km y considerando que la vía de acceso a Perico 6 tiene una longitud de 1,381 m y que la distancia desde la Conexión a la Red Nacional Eléctrica hasta Perico 1 es de 1,690 m, se tomó únicamente una muestra MS-01. El tipo de muestra fue compuesto tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Homogeneidad del Suelo:** La elección del tipo de muestra dependió del área que presenta un solo tipo de suelo específicamente de Inceptisoles así como una sola unidad geológica (Formación Curaray) y geomorfológica (Colinas en media naranja).
- **Representatividad:** La recolección de submuestras se realizó cada 500 metros, excepto desde RODA punto MS-01-11 al punto MS-01-10 y desde el punto MS-01-01 al MS-01-02 que tienen una distancia de 250 metros, lo que asegura que se

Además de acuerdo con el ítem 4.5.1.2 de la normativa AM 097-A, "Para los proyectos lineales (vialidad, sistemas de riego, conducciones de agua potable), se tomará una muestra de suelo por cada 5 km (...)", la longitud de la entrada es considerablemente menor que este intervalo. Debido a su tamaño reducido y según la normativa se debería realizar 0.0128 muestras, lo cual no es factible. Por lo tanto, se decidió realizar una única muestra denominada MS-04, que incluye la muestra tomada en la vía de ingreso a la Plataforma Perico 8, identificada como MS-04-09.

capturan adecuadamente las condiciones del suelo a lo largo del tramo de vía y DDV, obteniendo una muestra promedio que representa la totalidad del área.

- **Propósito del Estudio:** Es tener una caracterización inicial (Línea Base) del suelo.
- **Normativas y Estándares:** El Ministerio del Ambiente en Ecuador a través del Acuerdo Ministerial 097A determina el número de muestras para proyectos lineales, mas no el tipo de muestra por lo que se utilizó también normativas y estándares internacionales aplicables, como la ISO 10381-1 y directrices de la FAO y USDA.<sup>3</sup>

### ➤ **Análisis Agrológico**

Para realizar el análisis agrológico, se seleccionaron estratégicamente tres puntos de muestreo en función de las unidades geológicas previamente identificadas mediante cartografía. Estos puntos se encuentran detallados en la Figura N° 4.3.2, que muestra el Mapa de Unidades Geológicas de suelos, y en la Figura N° 4.3.9, que indica la Ubicación de Muestreos de Suelos en coordenadas geográficas (DDV). Estas figuras proporcionan una representación visual clara de la distribución geológica del área y la localización precisa de los puntos de muestreo para un análisis más completo y representativo con la finalidad de obtener parámetros como: humedad, pH, potasio, fósforo, materia orgánica, nitrógeno, textura.

**TABLA N° 4.3.5.- MUESTRA DE SUELOS - CALICATAS EN BLOQUE 88 PERICO**

| Muestra de Suelo | Sector                                | *Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Observaciones                      |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|------------------------------------|
|                  |                                       | Este (m)                             | Norte (m) | Este (m)                          | Norte (m) |                                    |
| MS-AG-02         | Comunidad Nuevo Amanecer Los Puruháes | 286661                               | 213       | 286661                            | 10000213  | Muestra Puntual (Suelo Agrológico) |
| MS-AG-03         | Comunidad Nuevo Amanecer Los Puruháes | 288251                               | 366       | 288251                            | 10000366  |                                    |

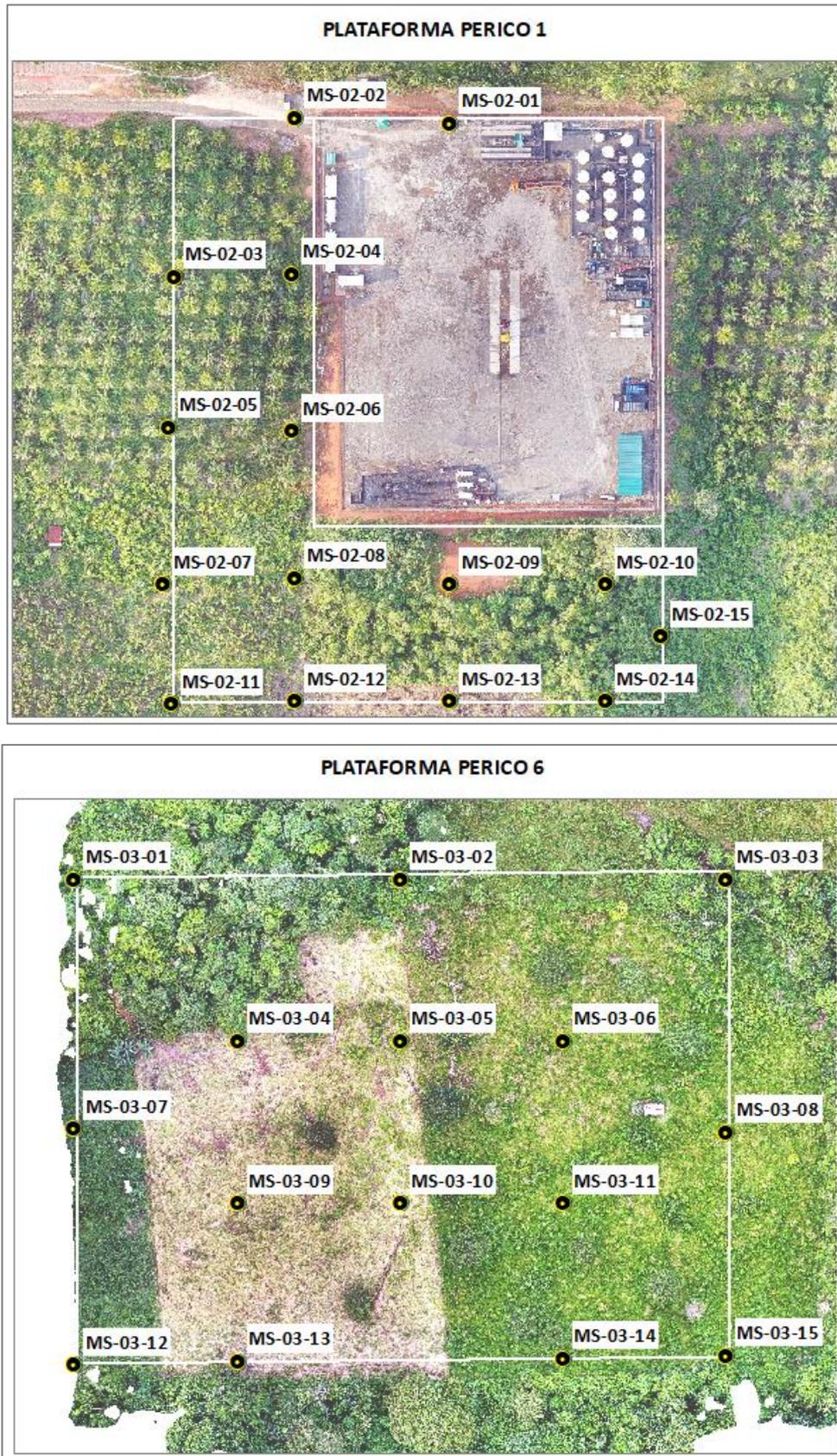
Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023.

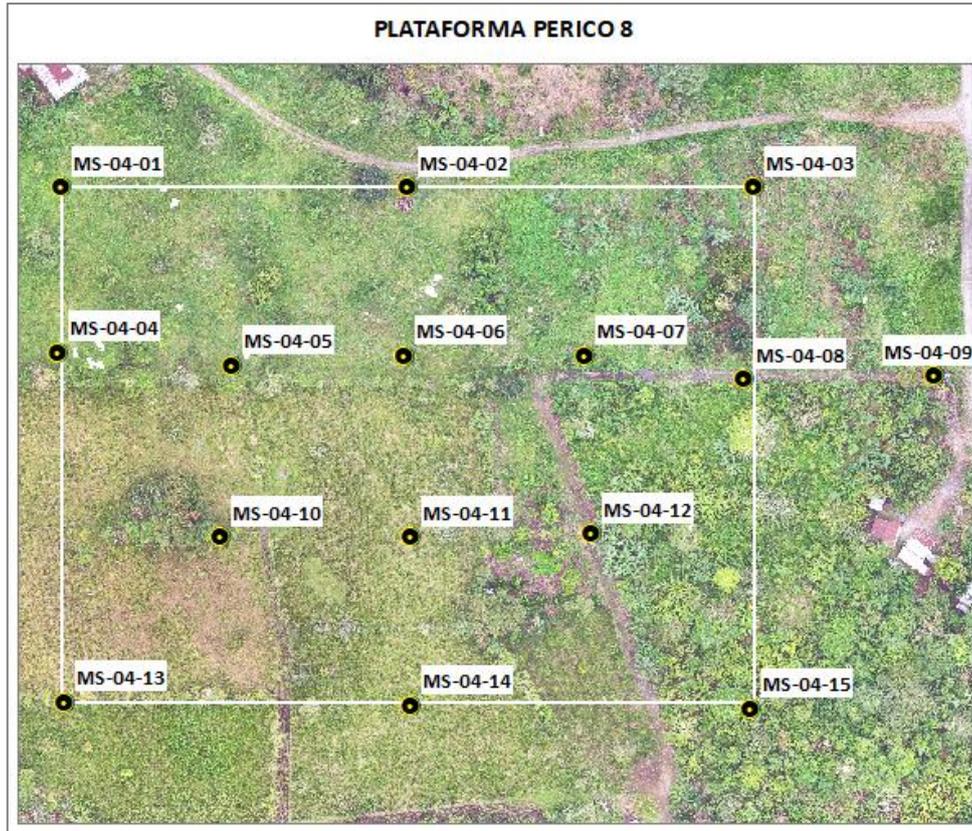
\*Coordenadas de acuerdo con informe de laboratorio (Anexo 3.1.1 Suelos)

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

<sup>3</sup> Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Acuerdo Ministerial 097A.  
USDA Soil Science Division Staff. (2017). Soil Survey Manual.  
FAO. (2006). Guidelines for Soil Description.  
ISO 10381-1:2002. Soil Quality - Sampling.  
EPA. (2000). Soil Sampling Quality Assurance User's Guide.

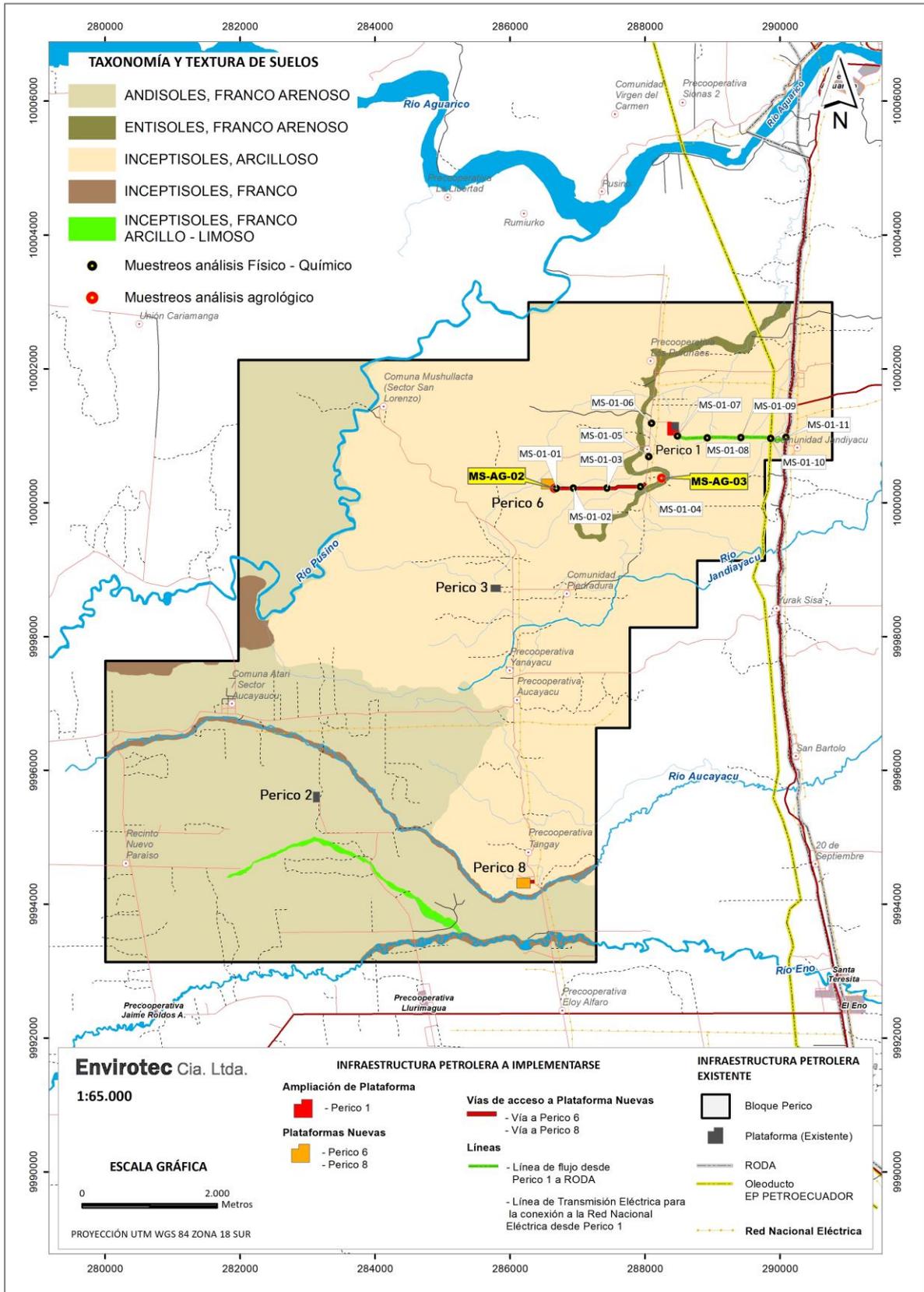
**FIGURA N° 4.3.8.- UBICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS EN LAS PLATAFORMAS**





Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.9.- UBICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS EN DDV Y TAXONOMÍA DE SUELOS EN EL BLOQUE 88 PERICO**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En el Anexo Cartográfico se presenta el mapa con la ubicación de los muestreos  
08\_MAPA\_DE\_MUESTREO\_DE\_SUELO.



**Fotografía N° 4.3.2.- Toma de submuestra de suelo MS-01-04**



**Fotografía N° 4.3.3.- Almacenamiento de muestras de suelo**



**Fotografía N° 4.3.4.- Toma de submuestra de suelo MS-02-02**

### **4.3.3.2 Resultados**

El tipo de suelo en un sitio determinado está condicionado por la interacción entre el material parental, el clima, la morfología, la biota y el tiempo; a estos factores naturales se agrega la influencia antrópica. En el área de estudio algunos factores son uniformes o al menos parecidos; tal es el caso del clima (temperatura y precipitación) y la litología.

#### ➤ **Características Taxonómicas de los Suelos**

En el área de estudio se delinearon tres unidades de suelo:

- Andisoles
- Entisoles
- Inceptisoles

#### **Suelos Andisoles**

Los suelos de esta unidad se caracterizan por tener una alta capacidad tampón (resistencia al cambio de pH) este también varía según el tipo de ceniza y el manejo del suelo. Estos suelos son derivados de cenizas volcánicas y cubren una apreciable área del Ecuador. Se denominan por alofana e imogolita (minerales amorfos de rango corto) que provienen de la meteorización de los materiales piroclásticos producto de deposiciones volcánicas.

Dentro de las características más importantes de este tipo de suelos es su capacidad para fijar el fósforo (P) en la superficie de los minerales amorfos por esta razón la acumulación de humus es mayor ya que se relaciona estrechamente con el fósforo (Espinosa et al., 2022).

#### **Suelos de Entisoles**

Según Espinosa et al. (2022), son característicos por ser de la más baja evolución, con muy poca formación de horizontes edafo genéticos, esto puede deberse al tiempo de desarrollo corto o lento, también aparecen en zonas de barrancos con aluviones constantes que no permiten el desarrollo en profundidad. Entre algunas de las problemáticas están la erosión,

pedregosidad, excesivos elementos gruesos, susceptibilidad a inundaciones y la saturación de agua permanente.

### **Suelos Inceptisoles**

Los suelos de esta unidad son suelos incipientes o jóvenes que están empezando manifestar el desarrollo de los horizontes son ligeramente más desarrollados que los Entisoles, aquí aparecen suelos con uno o más horizontes de diagnóstico cuyo origen es de rápida formación. Se conforma por suelos con propiedades físicas y químicas muy variables suelos desde mal drenados a bien drenados, texturas de arenosas a arcillosas, pH de ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, con saturación de bases mayor o menor a 60%, etc. (Espinosa et al., 2022).

#### ➤ **Características Agrológicas de los Suelos**

Para clasificar el suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, (S.U.C.S.), se tomó el porcentaje de arena, limo y arcilla presentes en las muestras de suelo.

Dos tipos de suelos prevalecen en la zona de influencia del Bloque 88 Perico, tipo Dystrudepts, Pachic Humudepts y tipo Hapludands, por tanto, se realizó el análisis agrológico y clasificación granulométrica a las muestras MS-AG-02 y MS-AG-03.

**TABLA N° 4.3.6.- SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

| Simbología del Grupo | Nombres Típicos                     | Propiedades Geotécnicas                            |   |
|----------------------|-------------------------------------|--|---|
|                      |                                     | Resistencia al Corte en Estado Compacto y Saturado | Compresibilidad en Estado Compacto y Saturado |
| SM                   | Arenas limosas, mezclas arena -limo | Muy Alto   | Alto  |

Fuente: SIGTIERRAS, 2015  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024.

Con los análisis se pudo determinar que las muestras corresponden superficialmente a un suelo Franco Arenoso de alta plasticidad. Estos suelos son característicos de la formación Mera y Curaray, los cuales son formadores de relieves colinados y planos. En base al Sistema Unificado de Clasificación (S.U.C.S.), el área de estudio corresponde a un tipo de suelo SM.

**TABLA N° 4.3.7.- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS**

| Código Laboratorio |          | 46994-3                | 47703-3                |
|--------------------|----------|------------------------|------------------------|
| Ensayo             | Unidades | Resultado:<br>MS-AG-02 | Resultado:<br>MS-AG-03 |
| Humedad            | %        | 46,54                  | 41,17                  |
| pH                 | Unid. pH | 6,69                   | 6,41                   |
| Potasio            | mg/kg    | 1357,3                 | 190,4                  |
| Fósforo            | mg/kg    | 213,1                  | 333,7                  |
| Materia Orgánica   | %        | 7,34                   | 4,41                   |
| Nitrógeno Total    | mg/kg    | 5851,4                 | 3581,8                 |
| Textura - Arcilla  | %        | 3,22                   | 5,86                   |
| Textura - Arena    | %        | 73,64                  | 71,08                  |
| Textura - Limo     | %        | 23,14                  | 23,06                  |

Fuente: Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023

En los cuadros analíticos se pueden observar que son suelos de reacción ácida, fuerte lixiviación. Los suelos analizados, en general tienen gran contenido de material orgánico medio en superficie y alta cantidad de nitrógeno, tomando en cuenta que son ambientes cálidos y de mucha humedad que favorece la degradación, lixiviación, alteración, meteorización y la mineralización de la materia orgánica.

Los suelos de la zona contienen valores bajos de materia orgánica, con humedad relativamente baja (<44%), lo cual demuestra una baja retención de agua en el área.

Las muestras presentaron resultados razonables en lo que respecta al pH ya que van de 6.41 a 6.69, es decir que tiene valores óptimos para un mejor rendimiento y mayor productividad; de acuerdo con esto se determina que, en proporción, los suelos muestreados son fértiles.

### ➤ Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

Respecto a la cobertura vegetal y al uso del suelo, en las áreas de drenaje se tienen principalmente áreas de bosque húmedo, adicionalmente se observó áreas con presencia de pasto, pero en menor proporción. En la Tabla N° 4.3.8 se presentan los tipos de cobertura vegetal en el área de interés.

El Anexo Cartográfico incluye el Mapa de Cobertura Vegetal y Usos del Suelo (15\_MAPA\_DE\_COBERTURA\_CUT) para el área de interés, en base a la información de sistemas productivos presentados por el IEE MAGAP (2017).

**TABLA N° 4.3.8.- COBERTURA VEGETAL Y USOS DE SUELO DEL ÁREA DE INTERÉS**

| Descripción   | Uso de Suelo              | Área (km <sup>2</sup> ) |
|---|---------------------------|-------------------------|
| Superficies cubiertas permanentemente por agua de origen natural.   | Agua                      | 0,2863                  |
| Comunidad vegetal que se caracteriza por la dominancia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.   | Conservación y Protección | 32,9091                 |
| Producto agrícola, resultado de un conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra.  | Agrícola                  | 7,3964                  |
| Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizadas; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.  | Agropecuario Mixto        | 5,3095                  |
| Vegetación herbácea dominada por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que, para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.   | Pecuario                  | 19,6966                 |
| Superficie arbolada que se obtiene de forma artificial por plantación de especies nativas o exóticas, que tienen los mismos años de vida y presentan una separación homogénea. Su objetivo es la obtención de productos madereros y no madereros. | Protección o Producción   | 0,0149                  |
| Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.  | Conservación y Protección | 5,7061                  |
| Zona de asentamiento humano que contiene concentración de casas y otras estructuras, fijas o ligeras, que sirven como residencia.   | Antrópico                 | 0,2738                  |
| Espacios construidos o creados por el hombre que generan un servicio y que incluyen obras de infraestructura física.  | Antrópico                 | 0,1103                  |

Fuente: MAATE,2020  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ Caracterización Química

Según lo determinado en la Tabla N° 4.3.4 Ubicación de submuestras de suelo, se tomaron cuatro (4) muestras de suelo para realizar el análisis de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1 del Anexo 2 del AM 097 (no todos los parámetros de la tabla fueron considerados en el muestreo, únicamente los que aplican para la actividad hidrocarburífera como se visualiza en el ítem 4.3.3.1 Metodología, Análisis Químico). Los resultados se presentan en la siguiente Tabla N° 4.3.9 y el reporte de laboratorio consta en el Anexo 3.1.1 Suelos y Anexo 3.1.9 Cadenas de Custodia<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Es de aclarar que dentro de las cadenas de custodia (Ver Anexo 3.1 Línea Base/3.1.9 Cadenas de Custodia) se identifican los sitios de muestreo MS-05, MS-06 y MS-07 (y submuestras), los cuales no son relevantes en el análisis de suelos del área donde se implantará las nuevas facilidades.

**TABLA N° 4.3.9.- ANÁLISIS DE SUELOS**

| Código Laboratorio          |                             | 46170  | 45580-4 | 46174-1 | 47241-5 | A.M 097A-Límite<br>Máximo Permissible<br>Tabla 1 Anexo 2<br>(Criterios de Calidad del<br>Suelo) |
|-----------------------------|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|---|
| Parámetros                  | Unidades                    | MS-01  | MS-02   | MS-03   | MS-04   |   |
| Hidrocarburos Totales (TPH) |                             | <150   | <150    | <150    | <150    | <150  |
| HAPs*                       | Naftaleno                   | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Acenaftileno                | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Acenafteno                  | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Fluoreno                    | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Fenantreno                  | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Antraceno                   | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Fluoranteno                 | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Pireno                      | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Benzo (A) Antraceno         | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Criseno                     | <0,04  | <0,04   | <0,04   | 0,06    | 0,1   |
|                             | Benzo (B) fluoranteno       | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Benzo (K) fluoranteno       | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Benzo (A) pireno            | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Indeno (1,2,3 CD)<br>Pireno | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
|                             | Dibenzo (A, H)<br>Antraceno | <0,04  | <0,04   | <0,04   | <0,04   | 0,1   |
| Benzo (G, H, I) Perileno    | <0,04                       | <0,04  | <0,04   | <0,04   | 0,1     |   |
| Cadmio                      |                             | <0,200 | <0,200  | 0,323   | <0,200  | 0,5   |
| Níquel                      |                             | 6,66   | 12,72   | 14,31   | 11,52   | 19  |
| Plomo                       |                             | 10,78  | 8,78    | 7,95    | 4,17    | 19  |

\*Nota: Los ensayos Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos se tercerizó al Laboratorio CENTROCESAL CIA. LTDA./Acreditación N° SAE LEN 12-001 (Ver Anexo 3.1.8 Acreditación de Laboratorio /3.1.8.2 CENTROCESAL)

Fuente: AM 097A. Laboratorios ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023  
Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

Las concentraciones de TPH en todas las muestras tomadas y analizadas se encuentran por debajo de los límites establecidos en los criterios de calidad de suelo del A.M. 097A.

Todas las muestras presentaron concentraciones de HAP's inferiores al límite de detección del método y se encuentran en un rango menor al límite establecido en el A.M. 097A.

Con respecto a los metales Cadmio, Plomo y Níquel, las concentraciones se encuentran por debajo del límite del valor establecido en la normativa.

Es importante mencionar que el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-031 emitido el 01 de febrero de 2024 con respecto al uso del símbolo (<) en los resultados de los parámetros HAP's, Hidrocarburos y Cadmio aclara lo siguiente “ *Como cumplimiento del “Criterio General CRGA041 Utilización del símbolo de acreditación SAE y referencia a la condición de acreditado”, los laboratorios de ensayo debido a que mantenemos nuestra acreditación con el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE debemos reportar los resultados de manera que se haga notar el rango acreditado. Para el caso de resultados menores al límite de reporte (LR) se deben colocar con el símbolo < a fin de hacer notar que con nuestro método no podemos reportar valores menores a lo validado y acreditado; si se reportaran de esa manera en ese momento estaríamos proporcionando un resultado fuera de acreditación. Si los resultados se reportan como <LR; el parámetro entra dentro del conteo para el uso del símbolo del SAE y no afecta la condición de acreditado*”. Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.1 OFICIO 2024-031/Ítem 1.

Para complementar lo detallado en el párrafo anterior, *es indispensable dar a conocer que los rangos acreditados en cada uno de los laboratorios de ensayo y en especial ALS se han solicitado tomando como referencia límites permisibles establecidos en las normas vigentes. Analíticamente, toda medición físico química al realizarse con equipos siempre va a tener un límite de reporte que va a estar asociado a la sensibilidad de los equipos. Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.1 OFICIO 2024-031/Ítem 3, párrafo 2.*

Adicional el laboratorio menciona: “*los laboratorios acreditados trabajamos en rangos de validación (x1 a x2 mg/l), los mismos que al ser evaluados por el SAE si no tienen alguna*

*objeción y cumplen con criterios de calidad pasan a ser acreditados. En ese rango, el valor más bajo, de acuerdo al ejemplo XI se lo considera como Límite de Reporte (LR). Si un resultado sale bajo el límite indicado, como cumplimiento a los criterios para el uso del sello del SAE, debemos reportarlos como menores.” Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones, ítem límite de reporte.*

### ➤ **Identificación de Procesos**

Según los resultados obtenidos en el área de estudio donde se llevará a cabo el proyecto, se concluye que la zona no se verá afectada significativamente. Esto se debe a que las unidades geomorfológicas presentan pendientes muy suaves (<2-5%), suaves (5-12%) y medias (12-25%), con características similares, tales como valles o pendientes de fondos planos, secciones ligeramente en forma de U y cimas redondeadas que se asemejan a pequeñas montañas.

Sin embargo, para prevenir movimientos de masas en la región, será fundamental implementar medidas de ordenamiento en el sistema de drenaje tanto superficial como subsuperficial mediante obras civiles como canales, cunetas, alcantarillas y drenajes subsuperficiales. Esto se debe a que el material superficial en la zona es altamente impermeable, lo que limita la infiltración del agua. Asimismo, se considerará de gran importancia controlar el desbroce de vegetación en aquellas laderas que superen una pendiente del 15%. De esta manera, se podrá minimizar el riesgo de deslizamientos y asegurar una ejecución segura y exitosa del proyecto.

### **Erosión**

La erosión consiste en el desgaste de la superficie del terreno a causa de la acción natural de los agentes físicos y químicos causados principalmente por la variación de la precipitación (lluvia) y por factores antrópicos como: deforestación, malas técnicas de cultivo y falta de obras de drenaje, construcción de piscinas y casas. La erosión puede producir sedimentación en las partes bajas y en el curso de los ríos.

La erosión puede ser potencialmente importante en las colinas disectadas (divisoria de aguas). El resto de las unidades, debido a sus bajas pendientes presentan una erosión con potencial mínima.

Hay que tomar muy en cuenta que frente a los procesos erosivos las colinas disectadas pueden ser consideradas como áreas sensibles debido a que la intensidad de estas puede incrementarse con la variación de las condiciones naturales: desbroce y circulación del personal.

### **Movimientos de Masas**

Los movimientos de masas, como los deslizamientos de tierra, están estrechamente relacionados con actividades de construcción y modificación del terreno. Sin embargo, en el caso en el AID y AII de este proyecto, no se espera que se produzcan este tipo de movimientos. Esto se debe a que, como se puede apreciar en el Anexo 3.1.10 Registro fotográfico, se cuenta con zonas planas en las diferentes áreas donde se desarrollarán las plataformas, lo que reduce significativamente el riesgo de deslizamientos.

Además, se ha llevado a cabo un proceso de reforestación en Perico 1, donde se ha plantado vegetación en las pendientes inclinadas. El propósito de esta reforestación es prevenir la erosión y controlar cualquier posibilidad de deslizamiento. La vegetación en los taludes es sumamente beneficiosa, ya que ayuda a reducir la erosión causada por el agua y el viento, lo que garantiza una mayor estabilidad del terreno.

#### **4.3.4 Hidrogeología**

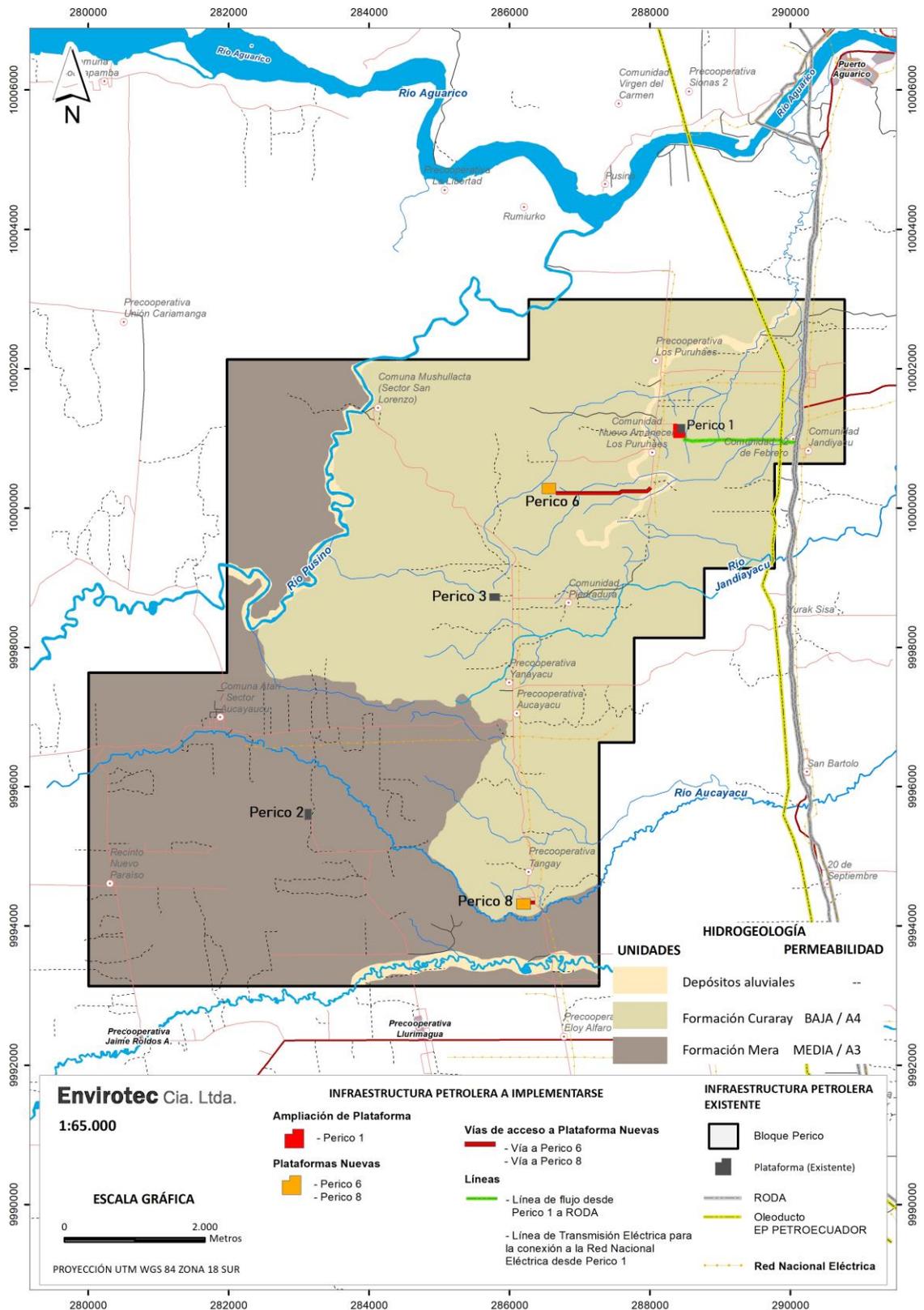
##### **4.3.4.1 Metodología**

Para este análisis se realizó una investigación de los estudios regionales ejecutados como el Mapa Hidrogeológico (DGGM e INAMHI, 1983) y la actualización de la Unidad de Información Geográfica y Agropecuaria del MAG, la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico – UIDT de Petroecuador (2005) y el Estudio de Impacto Ambiental para la Fase Exploratoria del Bloque 88 Perico y la construcción de las plataformas Perico 1, Perico 2,

Perico 3, Perico 4 y Perico 5, para la perforación de pozos exploratorios y de avanzada (Ecuambiente, 2021).

Las observaciones hidrogeológicas se llevaron a cabo mediante la cartografía en puntos de intersección con cuerpos de agua y mediante cortes de carretera, con el propósito de identificar la presencia de posibles afloramientos de agua. La Figura N° 4.3.10 presenta las unidades hidrogeológicas asociadas al área del proyecto. (Ver Anexo cartográfico 30\_MAPA\_HIDROGEOLOGICO).

FIGURA N° 4.3.10.- MAPA HIDROGEOLÓGICO



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

#### **4.3.4.2 Resultados**

La porosidad y la estructura geológica de la “roca almacén” o también conocida como “roca reservorio”, condicionan la capacidad de almacenamiento del embalse subterráneo y su capacidad de drenaje, depende fundamentalmente de la permeabilidad. Los acuíferos que se presentan con mayor frecuencia están formados por materiales sedimentarios sueltos cuyos orígenes pueden ser, entre otros, de origen fluvial y piedemonte.

Adicionalmente, las rocas sedimentarias detríticas de grano fino (limos y arcillas) son poco permeables, pudiendo formarse acuicludos y acuitardos.

La zona del Bloque 88 Perico se caracteriza por estar constituida por una litología arcillosa que poseen permeabilidad muy baja y alta plasticidad; esta información coincide con el Mapa Hidrogeológico del Ecuador, escala 1:1'000'000 (INAMHI – DGGM, 1989), el cual indica que, para este tipo de litología, los acuíferos son locales y discontinuos de difícil explotación, debido en algunos casos a la gran profundidad del nivel de agua y por encontrarse en finas capas de lentes y arenas.

#### **4.3.5 Climatología**

##### **4.3.5.1 Metodología**

Las observaciones y mediciones meteorológicas se utilizaron para determinar el comportamiento espacial y estacional de las diferentes variables, además de determinar el clima de la zona de estudio.

La caracterización del clima del área del Bloque 88 Perico considera los parámetros registrados en las estaciones meteorológicas más próxima al área de estudio que corresponde a la estación M0061 Lago Agrio Aeropuerto y contiene información sobre variables climáticas de más de 42 años completos consecutivos y la estación M052 Coca-Aeropuerto, ya que existe información de 42 años completos y consecutivos. Se consideraron los datos estadísticos medios, máximos, mínimos y sumas de las diferentes variables.

**TABLA N° 4.3.10.- ESTACIONES AERONÁUTICAS Y DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN**

| Estación              | Código | Tipo | Longitud     | Datum WGS<br>84 Z18S     | Latitud      | Altitud<br>(msnm) | Período   | Institución | Distancia<br>al<br>proyecto<br>(km) |
|-----------------------|--------|------|--------------|--------------------------|--------------|-------------------|-----------|-------------|-------------------------------------|
| Lago Agrio Aeropuerto | M0061  | AR   | 76° 52'1" W  | 290162,33<br>10010692,02 | 00° 05'32" N | 299               | 1981-2022 | DGAC        | 7,8                                 |
| Coca Aeropuerto       | M052   | AR   | 76° 59'22" W | 284601,40<br>9949865,40  | 00° 27'28" S | 299.9             | 1981-2022 | DGAC        | 43,5                                |

Fuente: DGAC, 2023  
AR- Aeronáutica

Para la estimación de la precipitación anual media en el área de interés y en las subcuencas de estudio, se utilizó información secundaria a nivel nacional, aplicando el método de las isoyetas para el cálculo en cada subcuenca con el fin de realizar posteriormente el cálculo de los caudales medios.

El análisis de intensidades máximas de precipitación considera la información de la Actualización del Estudio de Lluvias Intensas (INAMHI, 2015), juntamente con el análisis probabilístico a través de la aplicación de distribución de probabilidades a la serie de precipitaciones máximas de 24 horas de la estación referida, para caracterizar las lluvias intensas en el área del Bloque 88 Perico. La información de lluvias intensas es considerada para la determinación de caudales máximos en las principales subcuencas del Bloque 88 Perico. Finalmente, se incluye un balance hídrico del área de interés aplicando la metodología establecida por Thornthwaite para determinar períodos de déficit y de exceso de agua, que se asocia con la generación de escorrentía superficial en los cauces de la zona de interés.

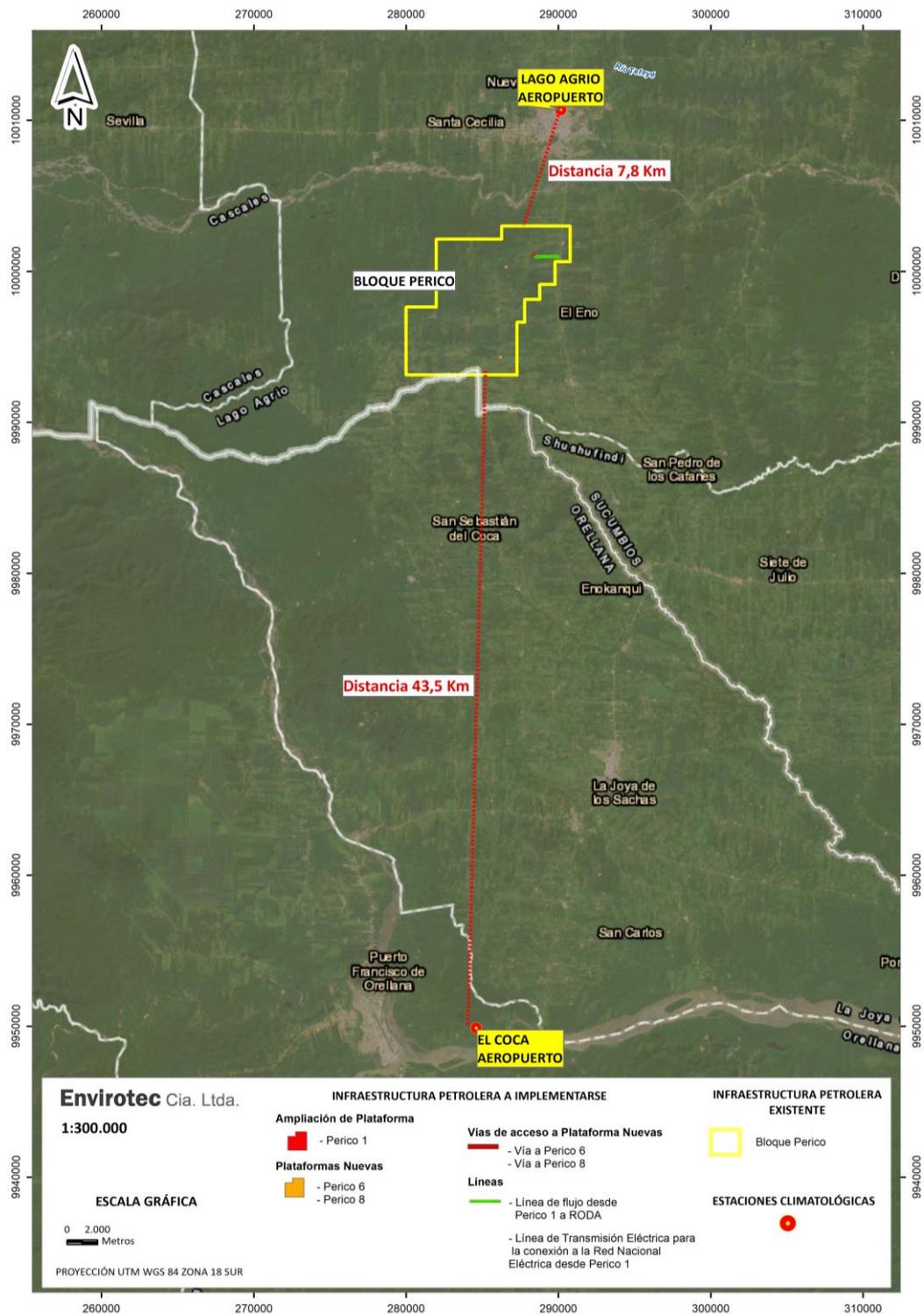
#### 4.3.5.2 Resultados

El clima de una zona se define mediante las estadísticas de un período de tiempo relativamente largo de información climatológica, con lo que se pretende caracterizar la variación espacial y temporal de cada una de las variables climatológicas que cuenten con información confiable.

Las características del clima consideradas de mayor interés en el proyecto son: las temperaturas medias, la humedad relativa media, nubosidad, la velocidad y dirección del viento, la precipitación anual, y las lluvias máximas. La evaluación de las características del

clima que predomina en la zona permite apreciar las condiciones de humedad imperantes, cuyos valores medios definen el régimen hidrológico. La localización de las estaciones climatológicas puede apreciarse en la Figura N° 4.3.11.

**FIGURA N° 4.3.11.- LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ **Información Disponible**

Las estaciones meteorológicas más próximas al área de estudio que corresponde a la estación M0061 Lago Agrio Aeropuerto y contiene información sobre variables climáticas de 42 años completos consecutivos al igual que la estación M052 Coca-Aeropuerto; siendo los más relevantes para el análisis de la zona.

En el Anexo 3.1.5 Climatología se incluyen los datos meteorológicos de la estación M0061 y de la estación M052.

### ➤ **Características Principales del Clima**

La caracterización climatológica se realiza a través de los valores medios y extremos a nivel anual, mensual y de los propios valores absolutos de las variables respectivas.

### **Temperatura**

La temperatura ha sido evaluada en términos mensuales. En valores medios, máximos y mínimos que decrecen con la altitud; en el área de estudio se observa una reducción de aproximadamente 0,1 °C por cada 100 m de incremento en altitud. El valor de esta variable responde a varios factores como son: orografía, altitud, estación del año y la hora del día. Las temperaturas medias mensuales tienen una distribución uniforme al interior del año. La variación estacional de la temperatura determina que en julio ocurren las temperaturas mínimas y entre los meses de octubre a enero se presentan las máximas temperaturas.

En la Tabla N° 4.3.11 se incluyen los datos de temperaturas extremas.

**TABLA N° 4.3.11.- TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS <sup>5</sup>**

| Estación              | Código | Temperatura Media (°C) | Temperatura Máxima Absoluta (°C) | Temperatura Mínima Absoluta (°C) |
|-----------------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Lago Agrio Aeropuerto | M0061  | 26,2                   | 39,0                             | 15,0                             |
| Coca Aeropuerto       | M052   | 26,6                   | 38,2                             | 15,1                             |

Fuente: DGAC, 2023

<sup>5</sup> Información obtenida de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC, 2023).

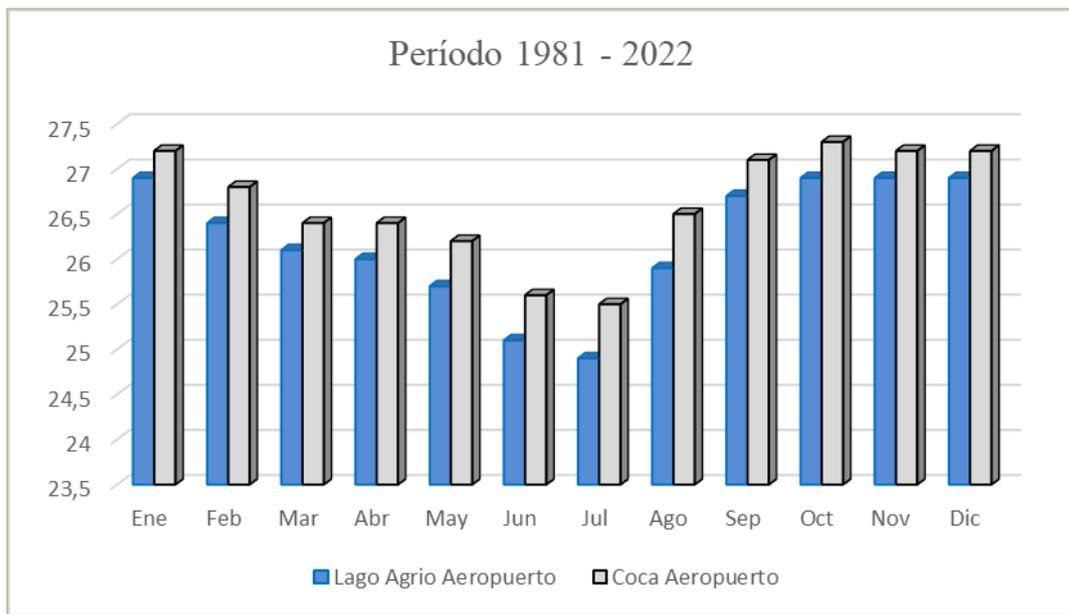
En la Tabla N° 4.3.12 y la Figura N° 4.3.12 se muestra la variación mensual de la temperatura.

**TABLA N° 4.3.12.- VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MEDIA (°C)<sup>6</sup>**

| Estación              | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Anual |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Lago Agrio Aeropuerto | 26,9 | 26,4 | 26,1 | 26,0 | 25,7 | 25,1 | 24,9 | 25,9 | 26,7 | 26,9 | 26,9 | 26,9 | 26,2  |
| Coca Aeropuerto       | 27,2 | 26,8 | 26,5 | 26,4 | 26,2 | 25,6 | 25,5 | 26,5 | 27,1 | 27,3 | 27,2 | 27,2 | 26,6  |

Fuente: DGAC, 2023

**FIGURA N° 4.3.12.- VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA MEDIA**



Fuente: DGAC, 2023

En la Figura N° 4.3.13, se presenta el mapa de zonas de temperatura. (Ver Anexo Cartográfico 10\_MAPA\_CLIMATICO\_ZONAS\_DE\_TEMPERATURA).

## **Humedad**

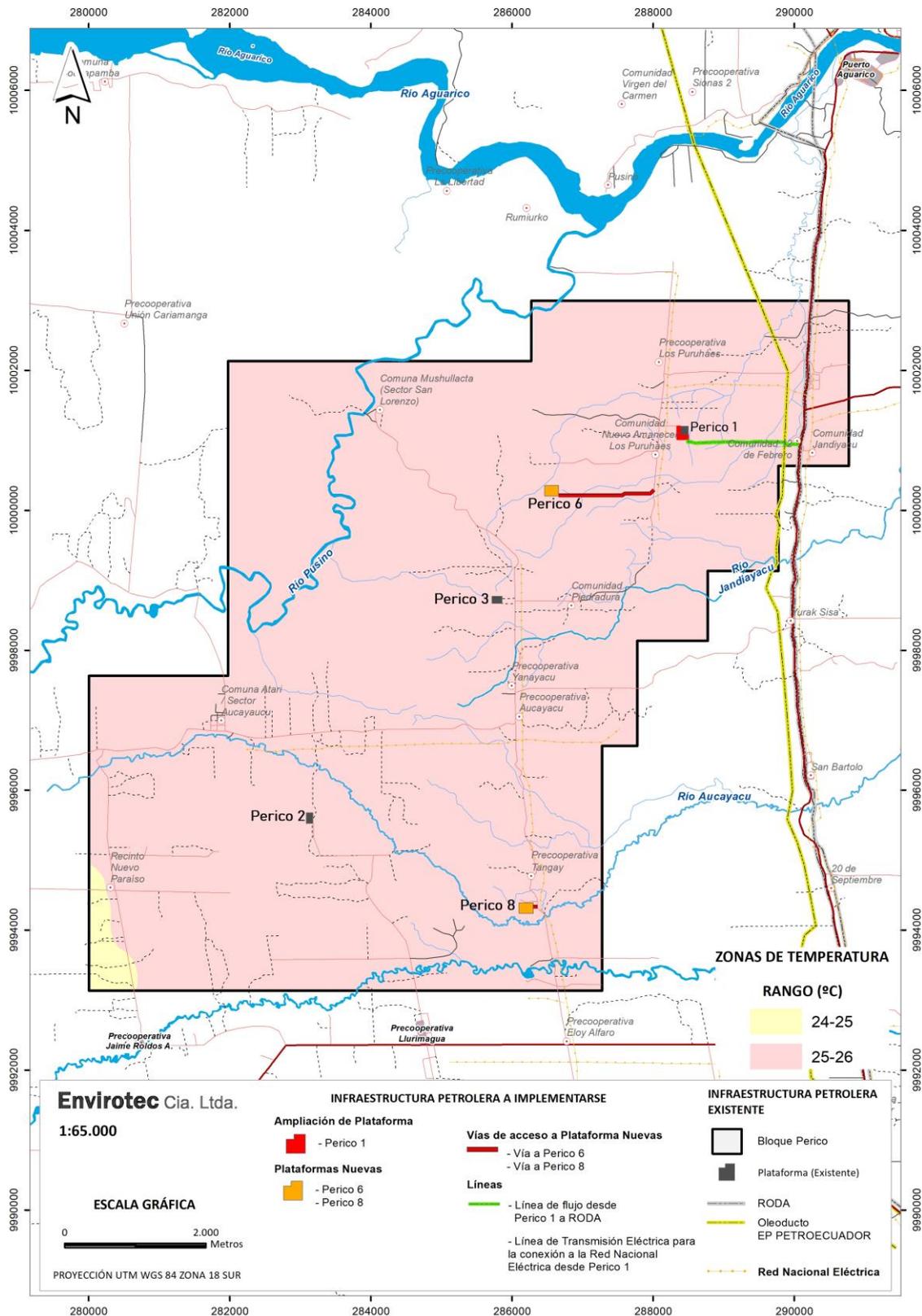
Es la cantidad de vapor de agua expresada en porcentaje, presente en los estratos bajos de la atmósfera. En las estaciones de control regularmente se toman tres lecturas diarias: 07h00, 13h00 y 19h00.

<sup>6</sup> Información obtenida de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC, 2023).

La humedad relativa es un parámetro importante en la formación de los fenómenos meteorológicos. Juntamente con la temperatura, se caracteriza la intensidad de la evapotranspiración. Existe una relación directa de la humedad con la disponibilidad de agua aprovechable, la circulación atmosférica y la cobertura vegetal.

En la Tabla N° 4.3.13 se incluyen los valores medios mensuales, observados de esta variable.

**FIGURA N° 4.3.13.- MAPA DE ZONAS DE TEMPERATURA**



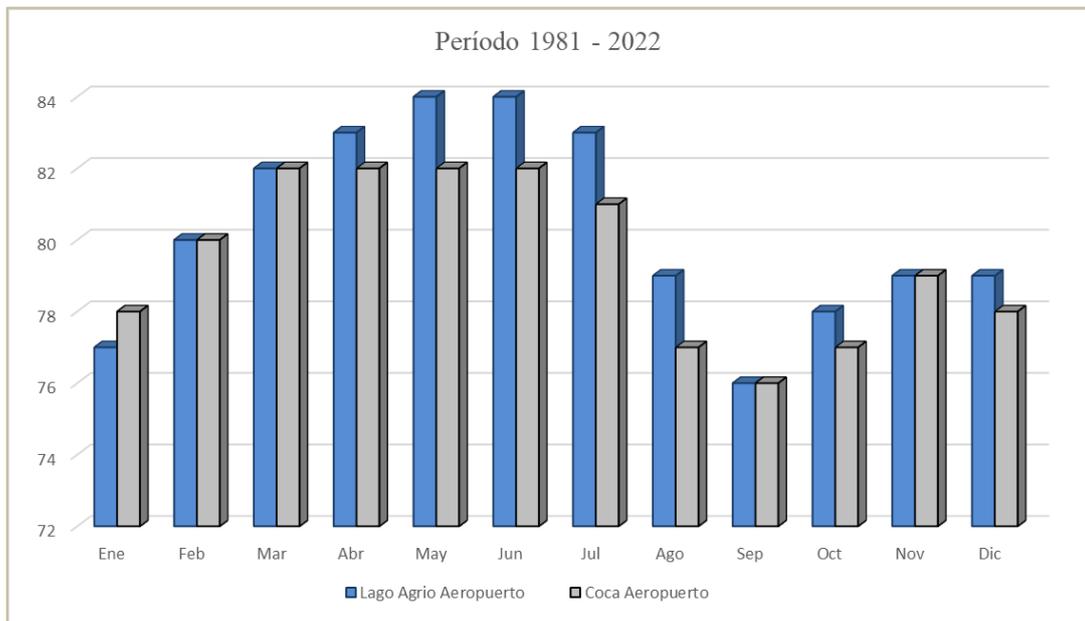
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**TABLA N° 4.3.13.- VALORES MEDIOS MENSUALES DE LA HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)**

| Estación              | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Lago Agrío Aeropuerto | 77  | 80  | 82  | 83  | 84  | 84  | 83  | 79  | 76  | 78  | 79  | 79  | 80    |
| Coca Aeropuerto       | 78  | 80  | 82  | 82  | 82  | 82  | 81  | 77  | 76  | 77  | 79  | 78  | 80    |

Fuente: DGAC  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.14.- VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD RELATIVA MEDIA EN EL ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: DGAC  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2023

La Humedad Relativa media en el área se estima del orden de 80,0, la humedad relativa máxima durante el día puede alcanzar el 100%, se puede notar que la humedad de esta zona permanece relativamente constante, con una leve tendencia de mayores humedades los meses de mayo y junio.

Para obtener este cálculo de la humedad relativa, se obtuvo el valor promedio (80%) de los valores promedios registrados para Lago Agrío y del Coca Aeropuerto, ambos expresados como “humedad relativa media %”<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Ver Anexo 3 Línea Base, 3.1 Físico, Anexo 3.1.5.1 Dato Lago Agrío y Anexo 3.1.5.2 Datos El Coca.

## **Nubosidad**

Es el valor medio diario de la fracción de cielo cubierto por nubes visibles. En la siguiente Tabla N° 4.3.14 se presentan los valores medios a nivel mensual de esta variable.

**TABLA N° 4.3.14.- VALORES MEDIOS MENSUALES DE LA NUBOSIDAD (OCTAS)**

| Estación        | Medios Mensuales |        |        |
|-----------------|------------------|--------|--------|
|                 | Medio            | Mínimo | Máximo |
| Lago Agrio      | 6,3              | 5,8    | 6,7    |
| Coca Aeropuerto | 6,5              | 6,1    | 6,8    |

Fuente: DGAC  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La nubosidad media anual promedio para la zona, es de 6,3 (octas) para la Estación Lago Agrio y 6,5 (octas) para la Estación Coca Aeropuerto. Se determina que es una zona con presencia de nubes casi constante durante todo el año.

Los valores medios detallados en la Tabla N° 4.3.14, es el promedio obtenido de los valores registrados en el histórico<sup>8</sup> de la nubosidad media en octas de la Red de Lago Agrio y del Coca Aeropuerto; de la misma forma se obtuvo el valor mínimo y máximo de dichos registros.

## **Viento**

El viento se produce por el gradiente de temperatura del aire, así su dirección predominante, provee indicaciones sobre el desplazamiento de masas de aire.

Las Figura N° 4.3.15 y Figura N° 4.3.16 presenta la dirección del viento mensual promedio durante el período considerado.

---

<sup>8</sup> Ver Anexo 3 Línea Base, 3.1 Físico, Anexo 3.1.5.1 Dato Lago Agrio y Anexo 3.1.5.2 Datos El Coca.

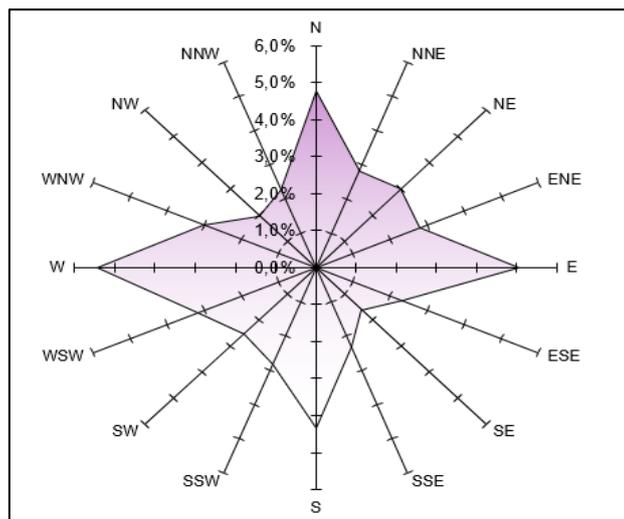
**TABLA N° 4.3.15.- DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO EN  
RUMBO**

| Estación        | Dirección | N   | NNE | NE  | ENE | E   | ESE | SE  | SSE | S   | SSW | SW  | WSW | W   | WNW | NW  | NNW | Calma |
|-----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Lago Agrio      | %         | 4,8 | 2,8 | 3,0 | 2,8 | 5,1 | 2,3 | 1,6 | 2,3 | 4,3 | 2,8 | 2,5 | 3,2 | 5,4 | 3,0 | 2,0 | 2,3 | 49,8  |
| Coca Aeropuerto | %         | 4,2 | 3,4 | 3,8 | 3,8 | 7,7 | 4,0 | 2,9 | 4,0 | 5,7 | 2,4 | 2,0 | 2,4 | 3,7 | 2,3 | 2,2 | 2,4 | 43,0  |

Fuente: DGAC  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Según los datos, la dirección predominante de los vientos para el Oeste (Estación Lago Agrio) y Sur-Este (Estación Coca Aeropuerto). La gráfica de la rosa de los vientos para cada estación se presenta en las Figura N° 4.3.15 y Figura N° 4.3.16.

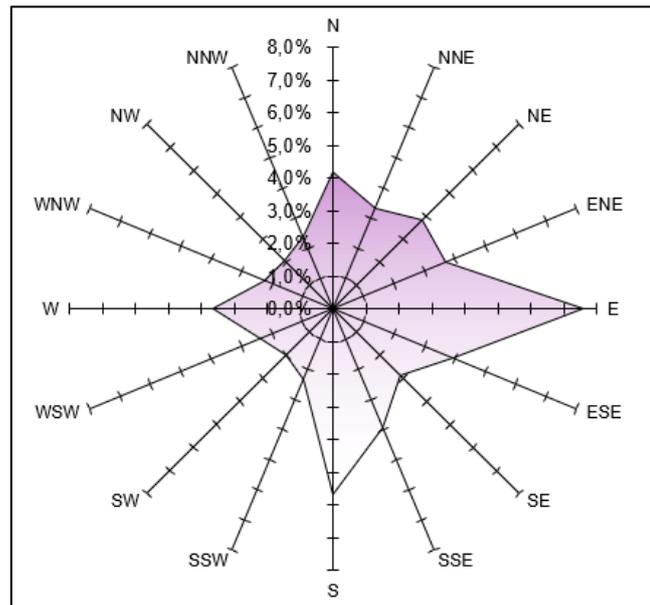
**FIGURA N° 4.3.15.- DISTRIBUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (ESTACIÓN LAGO  
AGRIO – PERIODO 1981-2022)**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Según los datos, la dirección predominante de los vientos es oeste seguido por este. El evento calmo presenta la mayor frecuencia en la estación M0061 Lago Agrio Aeropuerto, con una ocurrencia del 49,8%.

**FIGURA N° 4.3.16.- DISTRIBUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (ESTACIÓN COCA – PERIODO 1981-2022)**



Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

Los datos relativos a velocidad del viento se muestran en la Tabla N° 4.3.16.

**TABLA N° 4.3.16.- VALORES MEDIOS Y EXTREMOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS**

| Estación        | Evento predominante | Dirección más frecuente | Media | Media          |              | Media          |              | Máxima Absoluta |
|-----------------|---------------------|-------------------------|-------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
|                 |                     |                         |       | Mínima Mensual | Mínima Anual | Máxima Mensual | Máxima Anual |                 |
| Lago Agrio      | Calma (49,8 %)      | W (5,4%)                | 4     | 4              | 2            | 4              | 5            | 9               |
| Coca Aeropuerto | Calma (43 %)        | E (7,7 %)               | 4     | 4              | 2            | 4              | 5            | 8               |

Velocidad expresada en KT, 1 KT = 0,514791 m/s = 1,85325 km/h

Fuente: DGAC

Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

La velocidad media anual para la estación Coca Aeropuerto es de 4 (kt) y para la estación de Lago Agrio es de 4 (kt).

### Precipitación

La precipitación es uno de los parámetros climatológicos determinantes del ciclo del agua en una región, así como también de la ecología, paisaje y usos del suelo. Los valores de pluviosidad de la zona comparados con los de otras regiones del Ecuador son elevados, teniendo 262 mm mensuales para la estación del “Coca Aeropuerto” y 295 mm mensuales

para la estación de “Lago Agrio”. En la distribución al interior del año de las precipitaciones, se observa en general dos períodos húmedos que corresponden a los meses de abril a mayo y entre octubre a diciembre. Los meses de enero y agosto son los meses de menor precipitación; sin embargo, no puede definirse como un período seco.

La Tabla N° 4.3.17 presenta los datos mensuales de precipitación en la estación de interés.

**TABLA N° 4.3.17.- PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN EL ÁREA DE INTERÉS (MM)**

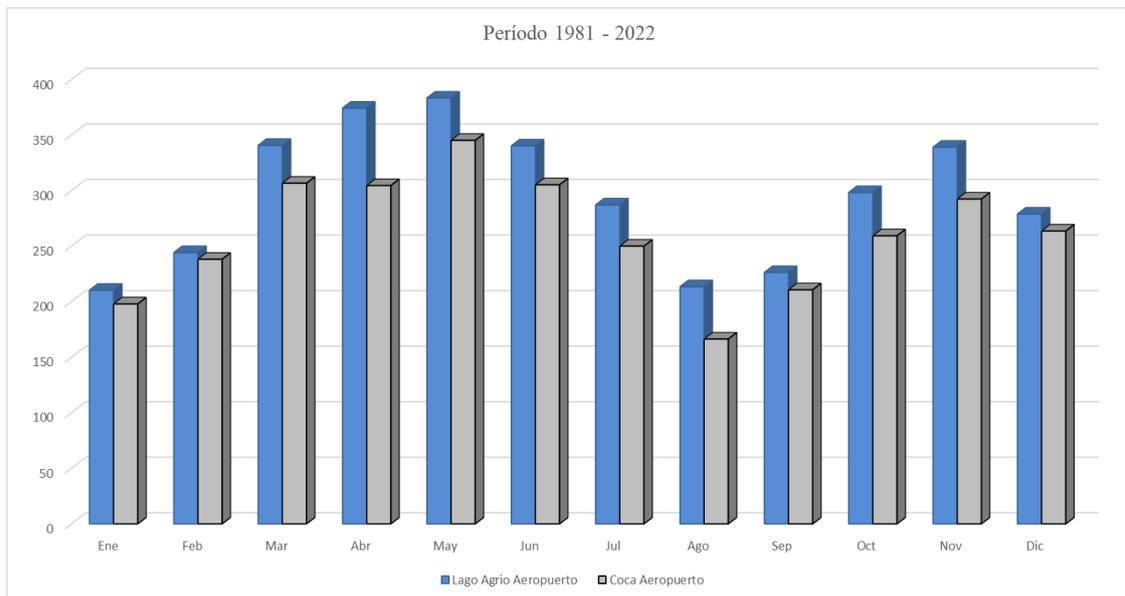
| Estación              | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Anual  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Lago Agrio Aeropuerto | 210,3 | 244,2 | 340,7 | 374,2 | 383,3 | 340,2 | 287,1 | 213,5 | 226,3 | 298,3 | 339,1 | 278,9 | 3536,0 |
| Coca Aeropuerto       | 198,0 | 238,2 | 306,6 | 304,5 | 345,2 | 305,2 | 250,0 | 166,4 | 210,7 | 259,3 | 292,4 | 263,6 | 3140,0 |

Fuente: DGAC 2022

Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

La Figura N° 4.3.17 presenta la variación mensual de precipitación en la zona de estudio.

**FIGURA N° 4.3.17.-VARIACIÓN ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES**

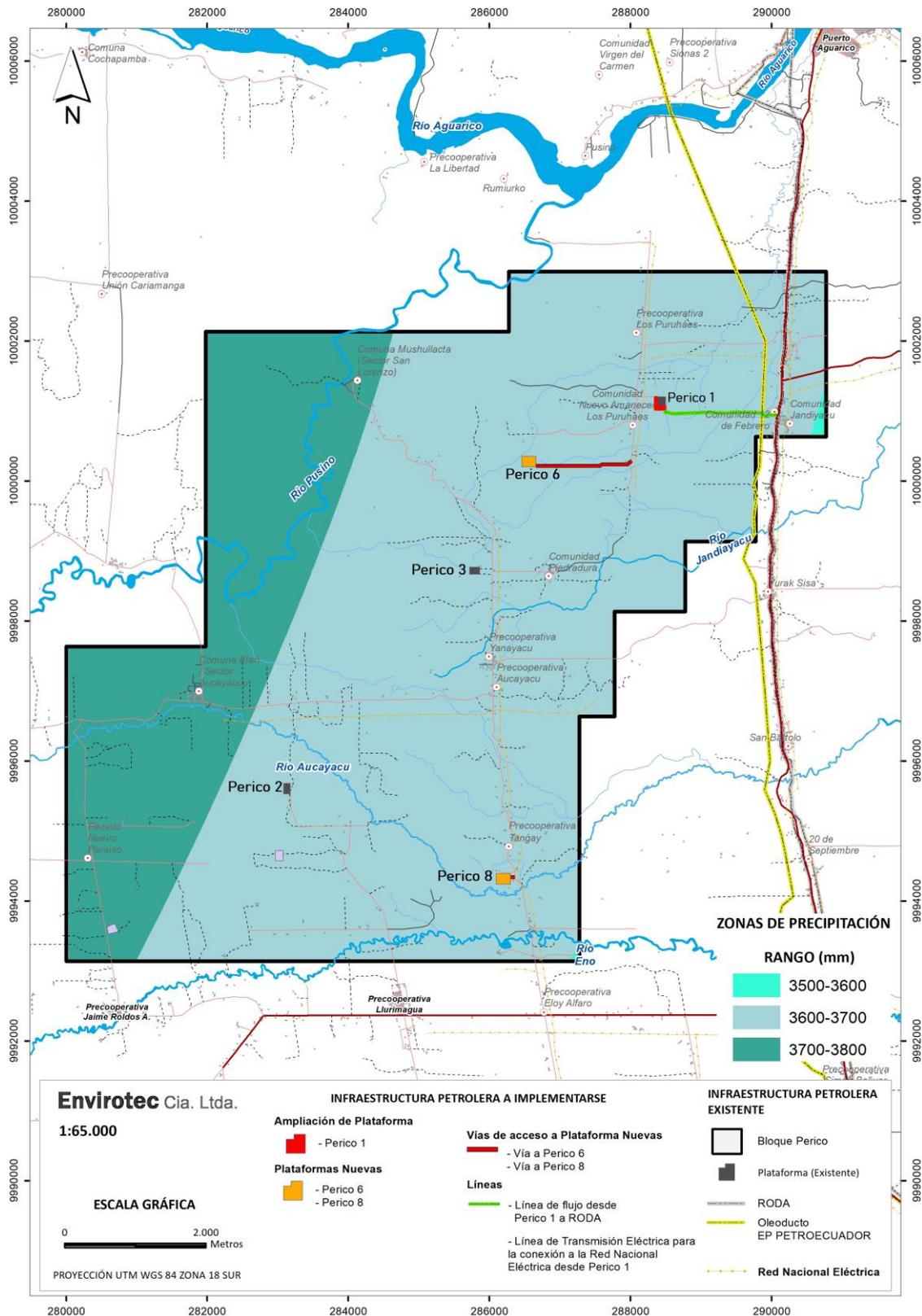


Fuente: DGAC 2022

Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

En el Anexo Cartográfico se incluye el Mapa Distribución Espacial de Precipitaciones Anuales en el área de interés (isoyetas), considerando el mapa de isoyetas del Sistema Nacional de Información (SNI). En la Figura N° 4.3.18, se presenta el mapa de zonas de precipitación correspondiente al área de estudio. (Ver Anexo Cartográfico 09\_MAPA\_CLIMATICO\_ZONAS\_DE\_PRECIPITACION).

**FIGURA N° 4.3.18.- MAPA DE ZONAS DE PRECIPITACIÓN**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ Estudio de Intensidades Máximas INAMHI

Para la determinación de lluvias intensas se utilizó información del Estudio de Lluvias Intensas elaborado por INAMHI (1999); las ecuaciones utilizadas son las establecidas en este estudio.

El estudio de lluvias intensas constituye un análisis basado en conceptos de regionalización en el cual se incluyen los eventos extraordinarios El Niño y determinan las relaciones intensidad-duración-período de retorno (frecuencia).

Según este estudio la microcuenca del río Blanco está ubicada en la zona 20 de la regionalización (INAMHI) y que tiene como ecuaciones de intensidad las siguientes:

Si  $5\text{min} < t < 40\text{ min}$ :

$$I_{Tr} = 53.316 t^{-0.302} Id_{Tr}$$

Si  $40\text{min} < t < 1440\text{ min}$ :

$$I_{Tr} = 308.38 t^{-0.778} Id_{Tr}$$

A continuación, se muestran las ecuaciones y resultados de intensidad – duración – período de retorno para el área de estudio.

**TABLA N° 4.3.18.- ECUACIONES DE INTENSIDADES DE LLUVIA**

| Período de Retorno<br>(años) | Ecuaciones                         |                                       | Intensidades,<br>24 hora<br>(mm/h) |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                              | $5\text{ min} < t < 40\text{ min}$ | $40\text{ min} < t < 1440\text{ min}$ |                                    |
| 5                            | $I = 288,44 t^{-0.3021}$           | $I = 1658,34 t^{-0.7782}$             | 5,41                               |
| 10                           | $I = 352,42 t^{-0.3021}$           | $I = 2038,39 t^{-0.7782}$             | 6,61                               |
| 25                           | $I = 411,60 t^{-0.3021}$           | $I = 2380,69 t^{-0.7782}$             | 7,72                               |
| 50                           | $I = 4719,85 t^{-0.3021}$          | $I = 2729,16 t^{-0.7782}$             | 8,85                               |
| 100                          | $I = 504,37 t^{-0.3021}$           | $I = 2917,27 t^{-0.7782}$             | 9,46                               |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

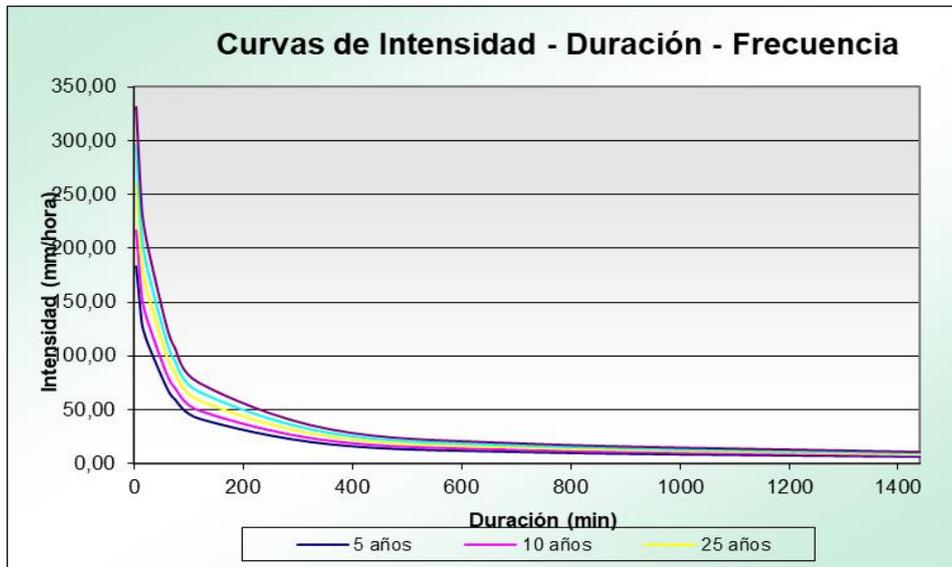
**TABLA N° 4.3.19.- INTENSIDADES DE LLUVIA (MM/H)**

| Período de<br>retorno<br>(años) | Duración (min) |        |        |        |       |       |       |       |       |      |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                                 | 5              | 15     | 20     | 30     | 60    | 75    | 120   | 360   | 792   | 1440 |
| 5 años                          | 183,61         | 131,75 | 120,78 | 106,86 | 71,37 | 59,99 | 41,62 | 17,70 | 10,32 | 6,02 |
| 10 años                         | 216,39         | 155,28 | 142,35 | 125,94 | 84,11 | 70,71 | 49,05 | 20,86 | 12,16 | 7,09 |

| Período de retorno (años) | Duración (min) |        |        |        |        |        |       |       |       |       |
|---------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 5              | 15     | 20     | 30     | 60     | 75     | 120   | 360   | 792   | 1440  |
| 25 años                   | 259,02         | 185,86 | 170,39 | 150,75 | 100,68 | 84,63  | 58,71 | 24,97 | 14,56 | 8,49  |
| 50 años                   | 295,08         | 211,74 | 194,11 | 171,74 | 114,70 | 96,42  | 66,88 | 28,45 | 16,59 | 9,67  |
| 100 años                  | 331,15         | 237,62 | 217,84 | 192,73 | 128,72 | 108,20 | 75,06 | 31,92 | 18,61 | 10,85 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.19.- CURVAS DE INTENSIDAD DURACIÓN Y FRECUENCIA**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ Balance Hídrico

El balance de humedad (balance hídrico) en una zona es necesario para definir las épocas de déficit y de excesos de agua. El balance del agua en el suelo a lo largo del año se realiza partiendo de los valores mensuales de precipitación y de evapotranspiración.

Para el cálculo del balance hídrico se aplica el método directo (Thornthwaite). En el método directo, el agua del suelo se va perdiendo mes a mes hasta agotar la reserva en el suelo, debido a la evapotranspiración. El balance hídrico define mensualmente los ingresos y salidas de agua desde el suelo, considerando los siguientes elementos:

- P: Precipitación media mensual
- ET: Evapotranspiración (potencial o de referencia)
- P-ET: Diferencia entre la P y la ET
- R: Reserva

VR: Variación de la reserva

ETR: Evapotranspiración real

D: Déficit de agua

Ex: Exceso de agua

P-ET: Balance mensual de entradas y salidas potenciales de agua del suelo. La diferencia determina los meses secos ( $P-ET < 0$ ); y, húmedos ( $P-ET > 0$ ).

R: Reserva del suelo: En un mes donde hay más entradas que salidas ( $P > ET$ ), el agua sobrante será almacenada en la reserva del suelo; por el contrario, cuando las salidas sean mayores que las entradas, la reserva del agua en el suelo se reducirá.

El suelo tiene una capacidad de retención de humedad en función de sus características físicas (capacidad de retención máxima del suelo). La capacidad máxima para retener agua se establece como la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez del cultivo, en este caso con fines climáticos se asume un valor de 80 mm.

La reserva del mes se calcula agregando la variación (P-ET). La reserva en el mes "i" se calcula mediante las expresiones:

$$\begin{aligned} R_i &= R_{i-1} + (P_i - ET_i) \quad \text{si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ET_i) < R_{\text{máx}} \\ R_i &= R_{\text{máx}} \quad \text{si } R_{i-1} + (P_i - ET_i) > R_{\text{máx}} \\ R_i &= 0 \quad \text{si } 0 > R_{i-1} + (P_i - ET_i) \end{aligned}$$

La reserva se acumula mes a mes en el período húmedo y se reduce en el período seco. Se supone que después del período seco la reserva del suelo es nula. En consecuencia, se empieza el cálculo de "R" con el primer mes húmedo.

*VR variación de la reserva:* Es la diferencia entre la reserva del mes en el que se está realizando el cálculo y la reserva del mes anterior, entonces:

$$VR_i = R_i - R_{i-1}$$

*ETR evapotranspiración real:* La evapotranspiración potencial sólo se podrá alcanzar si hay agua disponible. La evapotranspiración real es por tanto el volumen de agua que

realmente se evapora en el mes dependiendo de que haya suficiente agua disponible para evaporar y así llegar a la ET potencial o de referencia.

El agua disponible para evaporar en el mes es la correspondiente al aporte de la precipitación y de la reserva del suelo. En el período húmedo, la ET real es igual a la evaporación potencial; es decir,

$$ETR_i = ET_i.$$

En el período seco, la evaporación será igual al agua de precipitación y la variación de la reserva, entonces

$$ETR_i = P_i + |VR_i|$$

*D*      *Déficit: falta de agua*

Es el volumen de agua que falta para cubrir las necesidades potenciales de agua. El déficit de agua es:

$$D_i = ET_i - ETR_i.$$

*Ex*,      *Exceso: exceso de agua*

Es el agua que excede de la reserva máxima y que se habrá perdido por escorrentía superficial o percolación. Por tanto:

$$Ex_i = [P_i - ET_i - VR_i] \quad \text{si } (P_i - ET_i) > 0$$
$$Ex_i = 0 \quad \text{si } (P_i - ET_i) \leq 0$$

### **Evapotranspiración Potencial (ETP)**

La Evapotranspiración Potencial (ETP) es un importante elemento del balance hídrico ya que determina las pérdidas de agua desde una superficie de suelo en condiciones definidas. La cuantificación de las pérdidas es indispensable para el cálculo de la capacidad de agua disponible en el suelo utilizada por las plantas para su crecimiento y producción. En contraste con la lluvia, permite establecer las necesidades de riego o

drenaje en una región, mediante el cálculo de interrelación de las variables de temperatura y humedad relativa para cada mes, donde se obtiene la Evapotranspiración Potencial.

Los valores de evapotranspiración potencial (ETP) son requeridos para calcular el balance hídrico y realizar una clasificación climática. Para la obtención de este parámetro se utilizó la fórmula de Thornthwaite, la cual se describe a continuación:

$$ETP = ETP_{sin\ corr} \times \frac{N}{12} \times \frac{d}{30}$$

t: temperatura media mensual en °C

I: índice de calor anual ( $I = \sum ij$ )

$ij = (tj/5)1,514$

a: parámetro que se calcula a partir de I según la expresión:

$$a = 0,000000675 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

N: número de días del mes

d: horas de sol en el día

A partir de los datos registrados de la estación M0061 Lago Agrio Aeropuerto y M052 Coca Aeropuerto, se establecieron los valores de ETP. La Tabla N° 4.3.20 presenta los datos mensuales de ETP estimados.

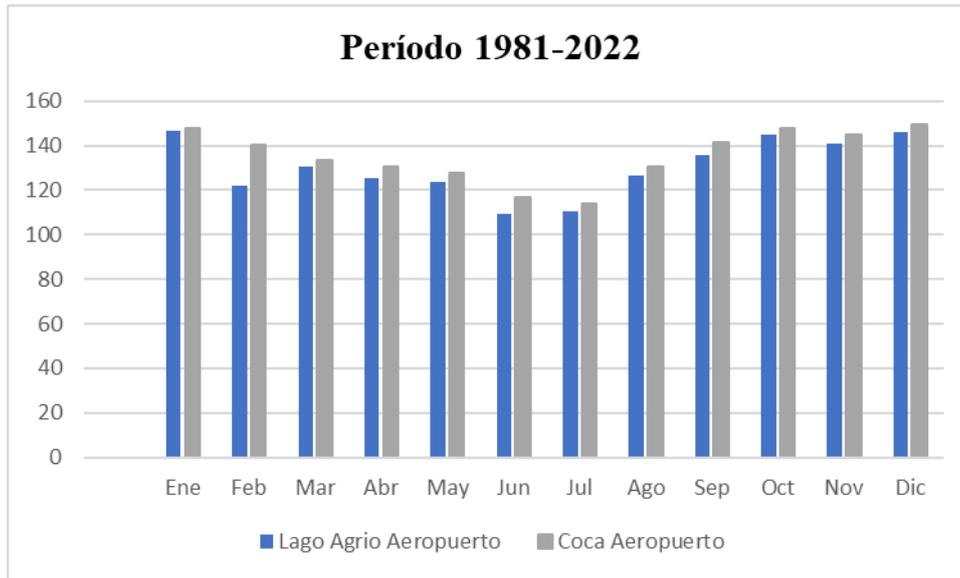
**TABLA N° 4.3.20.- ETP MENSUAL Y ANUAL EN EL ÁREA DE INTERÉS (MM)**

| Estación                 | Código | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Anual  |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Lago Agrio<br>Aeropuerto | M0061  | 134,5 | 119,2 | 130,4 | 126,1 | 128,5 | 121,6 | 124,8 | 129,6 | 129,4 | 134,6 | 130,2 | 134,5 | 1543,3 |
| Coca<br>Aeropuerto       | M052   | 136,0 | 121,0 | 132,3 | 127,8 | 131,0 | 124,2 | 127,5 | 132,6 | 131,6 | 136,8 | 131,7 | 136,3 | 1568,8 |

Fuente: DGAC 2022  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En la Figura N° 4.3.20 se presenta la variación mensual de la evapotranspiración potencial en la zona de estudio.

**FIGURA N° 4.3.20.- VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA ETP**



Fuente: DGAC 2023  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

A continuación, en la Tabla N° 4.3.21 y en las Figura N° 4.3.21 y Figura N° 4.3.22 se presenta el balance hídrico para el área de estudio. Para la determinación del balance se utilizaron los valores mensuales medios de precipitación de la estación M0061 Lago Agrío representativa del área, y la evaporación estimada con el método de Thornthwaite.

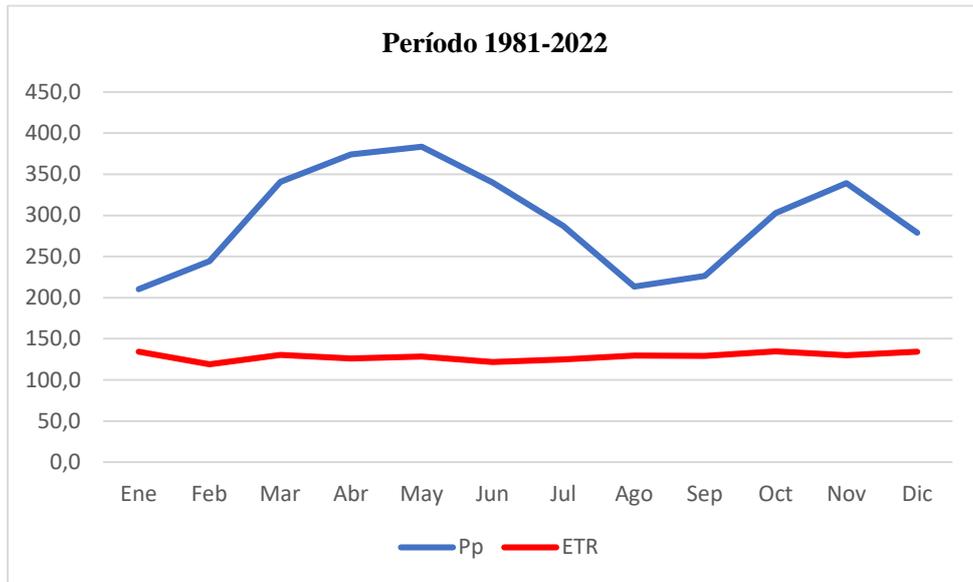
**TABLA N° 4.3.21.- BALANCE HÍDRICO – ESTACIÓN M0061 LAGO AGRIO  
AEROPUERTO (MM)**

| Parámetro | Ene   | Feb    | Mar    | Abr    | May    | Jun    | Jul    | Ago    | Sep    | Oct    | Nov    | Dic    | Anual  |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P         | 210,3 | 244,2  | 340,7  | 374,2  | 383,3  | 340,2  | 287,1  | 213,5  | 226,3  | 302,8  | 339,1  | 278,9  | 3540,5 |
| ETP       | 134,5 | 119,2  | 130,4  | 126,1  | 128,5  | 121,6  | 124,8  | 129,6  | 129,4  | 134,6  | 130,2  | 134,5  | 1543,3 |
| P-ETP     | 75,8  | 125,0  | 210,3  | 248,1  | 254,8  | 218,6  | 162,3  | 83,9   | 96,9   | 168,2  | 208,9  | 144,4  | 1997,1 |
| R         | 100,0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 1200,0 |
| ΔP        | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| ETR       | 134,5 | 119,2  | 130,4  | 126,1  | 128,5  | 121,6  | 124,8  | 129,6  | 129,4  | 134,6  | 130,2  | 134,5  | 1543,3 |
| Déficit   | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    |
| Exceso    | 100   | 125,0  | 210,3  | 248,1  | 254,8  | 218,6  | 162,3  | 83,9   | 96,9   | 168,2  | 208,9  | 144,4  | 2021,3 |

Fuente: DGAC 2023  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

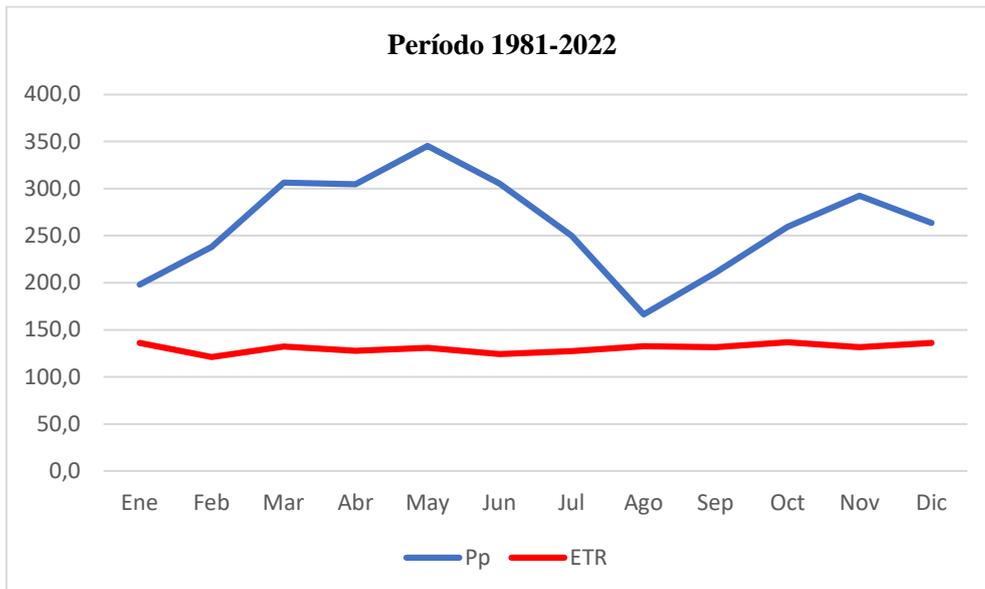
Se observa un exceso de agua en la zona, por tanto, debido a la disponibilidad de agua en el suelo, entonces la ETP es igual a la ETR. De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que existe un superávit hídrico durante todo el año.

**FIGURA N° 4.3.21.- BALANCE HÍDRICO EN ESTACIÓN M0061 LAGO AGRIO**



Fuente: DGAC, 2023  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.22.- BALANCE HÍDRICO EN ESTACIÓN COCA AEROPUERTO**



Fuente: DGAC 2024  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2023

### **Clasificación Climática**

Según la clasificación general del clima definida por Pierre Pourrut; y los rangos de variación de las diferentes características meteorológicas en la zona, se determina el siguiente tipo de clima en el área:

**Clima Megatérmico Lluvioso.** - Está caracterizado por una fuerte temperatura media, cercana a los 25°C y por totales pluviométricos importantes, casi siempre superiores a 3.000.mm, incluso pueden alcanzar los 6.000.mm. La distribución de las lluvias es muy regular a lo largo de todo el año a excepción de una débil recesión entre diciembre y febrero. La humedad relativa se mantiene en niveles elevados, alrededor del 90%, mientras que el cielo tiende a estar frecuentemente cubierto de nubes (con una exposición solar estimada de unas 1.000 horas al año). Como no existe receso en el ciclo vegetativo, la vegetación es una selva siempre verde con hojas perennes. Es relevante destacar que estos datos se han obtenido a partir de información registrada por las estaciones meteorológicas Aeropuerto “Lago Agrio” y Aeropuerto “Francisco de Orellana” El Coca mismas que se encuentran en el Anexo 3.1 Físico/ 3.1.5 Climatología.

#### **4.3.6 Calidad del Aire**

##### **4.3.6.1 Metodología**

Las mediciones se realizaron con el laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., con Certificado de Acreditación N° SAE LEN 05-005 del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE); para la ejecución del muestreo de calidad de aire ambiente externo en las áreas de incidencia directa e indirecta (Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.8 Acreditación de Laboratorio/3.1.8.1 ALS).

La medición de calidad de aire se ejecutó siguiendo los lineamientos establecidos en la Tabla 2, Anexo 4 del Acuerdo Ministerial N° 097-A<sup>9</sup>, posterior se analizan las consideraciones con el equipo técnico para la ubicación y número de muestras a realizarse, dichas consideraciones son:

- Ubicación de infraestructura a implantarse.
- Existencia de viviendas ocupadas o comunidades cercanas y que se encuentren dentro del área de influencia.

---

<sup>9</sup>Anexo 4 Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. Acuerdo Ministerial N° 097-A. Expide los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Publicado en la Edición Especial del R. O. N° 387 del 04 de noviembre de 2015.

- Accesos vehiculares existentes y tipo de vía.
- Distancias entre la comunidad del área de influencia directa y el foco de emisión de contaminantes.

En este sentido se determinaron tres puntos de calidad de aire a monitorear. El muestreo se realizó de forma continua bajo los parámetros de criterio establecidos en el numeral 4.1.2.1 del Anexo 4 del Acuerdo Ministerial N° 097-A.

**TABLA N° 4.3.22.- LÍMITES PERMISIBLES PARA CALIDAD DEL AIRE**

| Parámetro                      | Unidad             | Concentración Máxima               |
|--------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| TSP (partículas Sedimentables) | mg/cm <sup>2</sup> | 1 (30 días)                        |
| PM <sub>10</sub>               | µg/m <sup>3</sup>  | 50 (1 anual)<br>100 (24 horas)     |
| PM <sub>2,5</sub>              | µg/m <sup>3</sup>  | 15 (1 anual)<br>50 (24 horas)      |
| CO                             | µg/m <sup>3</sup>  | 10 000 (8 horas)<br>30 000 (1 año) |
| SO <sub>2</sub>                | µg/m <sup>3</sup>  | 60 (1 anual)<br>125 (24 horas)     |
| NO <sub>2</sub>                | µg/m <sup>3</sup>  | 40 (1 año)<br>200 (1 horas)        |
| O <sub>3</sub>                 | µg/m <sup>3</sup>  | 100 (8 horas)                      |

Fuente: Numeral 4.1.2.1, Anexo 4 del Acuerdo Ministerial N° 097-A, 2015

El tiempo de medición para el monitoreo de calidad del aire ambiente fue de acuerdo con lo establecido en la legislación y en función del tipo de parámetro, siendo así el laboratorio procedió a realizar la corrida continua de la siguiente manera: 1 hora para NO<sub>2</sub>, 8 horas para O<sub>3</sub> y CO, y 24 horas para NO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> y SO<sub>2</sub>.

El muestreo se llevó a cabo desde el 16 al 19 de mayo del 2023.

#### **4.3.6.2 Resultados**

Para determinar la calidad del aire ambiente en el área de estudio, se realizaron tres (03) muestreos de forma semi continúa, durante 24 horas, de los siguientes parámetros: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>. La ubicación de los puntos se presenta a continuación:

**TABLA N° 4.3.23.- UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AIRE  
AMBIENTE**

| Sitio /<br>Localización<br>(vivienda) | Código<br>Laboratorio | Punto | Fecha         | Hora          | *Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18<br>Sur |           |
|---------------------------------------|-----------------------|-------|---------------|---------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
|                                       |                       |       |               |               | Este (m)                             | Norte (m) | Este (m)                             | Norte (m) |
| Sr. Cruz<br>Barrera                   | 46872                 | CA-1  | 16-17/05/2023 | 11:00 a 11:00 | 287922                               | 272       | 287922                               | 10000272  |
| Sr. Rodrigo<br>Guaquipala             | 46271                 | CA-2  | 18-19/05/2023 | 18:00 a 18:00 | 286336                               | 9994773   | 286336                               | 9994773   |
| Sr. Alfredo<br>Tapuy                  | 46255                 | CA-3  | 17-18/05/2023 | 15:00 a 15:00 | 283499                               | 9996846   | 283499                               | 9996846   |

Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., 2023.

\*Coordenadas de acuerdo con informe de laboratorio (Anexo 3.1.3 Aire)

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

- El radio que cubre el equipo es de 0,5 a 4 Km. (Para más detalle Ver Anexo 3.1.3.4 Alcance Equipo).

En la siguiente Tabla N° 4.3.24 se presenta los valores promedio obtenidos en el sitio muestreado:

**TABLA N° 4.3.24.- RESULTADOS DE PUNTOS DE MUESTREO CALIDAD DE AIRE**

| Parámetros                         | CO                | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | O <sub>3</sub> | MP10       | MP2.5     | Condiciones Ambientales<br>(medidas en campo) |         |                         |                     |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|-----------|---|---------|-------------------------|---------------------|
| Unidades                           | ug/m <sup>3</sup> |                 |                 |                |            |           | Temperatura                                   | Humedad | Velocidad del<br>viento | Presión atmosférica |
| <b>L. Permissible<br/>A.M 097A</b> | <b>10000</b>      | <b>125</b>      | <b>200</b>      | <b>100</b>     | <b>100</b> | <b>50</b> | °C  | %       | m/s                     | mmHg                |
| CA-1                               | 3733,32           | 6,86            | 5,88            | 0,46           | 28,33      | 11,54     | 27,2  | 81,1    | 0,3                     | 734,28              |
| CA-2                               | 1645,69           | 6,74            | 9,64            | 1,99           | 12,96      | 3,08      | 27,0  | 80,4    | 0,2                     | 732,81              |
| CA-3                               | 1846,16           | 6,73            | 0,18            | 2,10           | 14,25      | 2,93      | 24,4  | 83,2    | 0,3                     | 732,81              |

Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Libro VI, Anexo 4 del A.M. 097A

Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., 2023.

Los valores medidos indican que no hay efecto notorio de las emisiones a la atmósfera (gases de combustión, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>) sobre los sitios muestreados, todos cumplen con los límites permisibles del A.M 097A. En la siguiente Figura N° 4.3.23 se presenta la ubicación de los sitios de muestreo. Y en el Anexo 3.1.3 Aire se encuentran los resultados de los muestreos de Calidad de Aire. (Ver Anexo Cartográfico 11B\_MAPA\_DE\_MUESTREO\_AIRE).

Es importante mencionar que el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-031 emitido el 01 de febrero del 2024 con respecto a las unidades utilizadas en los parámetros (NO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) aclara lo siguiente:

*“Todos los equipos que se utilizan para la medición de contaminantes atmosféricos arrojan resultados en unidades de ppm. Las validaciones y por ende rangos acreditados que tienen ALS y el resto de los laboratorios de ensayo se encuentran en las unidades proporcionadas por los equipos. Los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental para contaminantes atmosféricos (calidad de aire) son en base a las condiciones atmosféricas que se presentan el momento del ensayo. Debido a que estas condiciones (temperatura, humedad, presión atmosférica) varían significativamente entre cada lugar del país, las validaciones se realizan con datos primarios que salen directamente del equipo; debido a que no se puede establecer un valor único con corrección.”* Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificaciones Lab/3.1.11.1 OFICIO 2024-031, ítem 2.

Finalmente se adjunta el instructivo de muestreo de calidad de aire, en donde se indica la fórmula de cálculo que se utiliza para la expresión de resultados en ug/m<sup>3</sup>. Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificaciones Lab/3.1.11.6 Instructivo Calidad Aire.

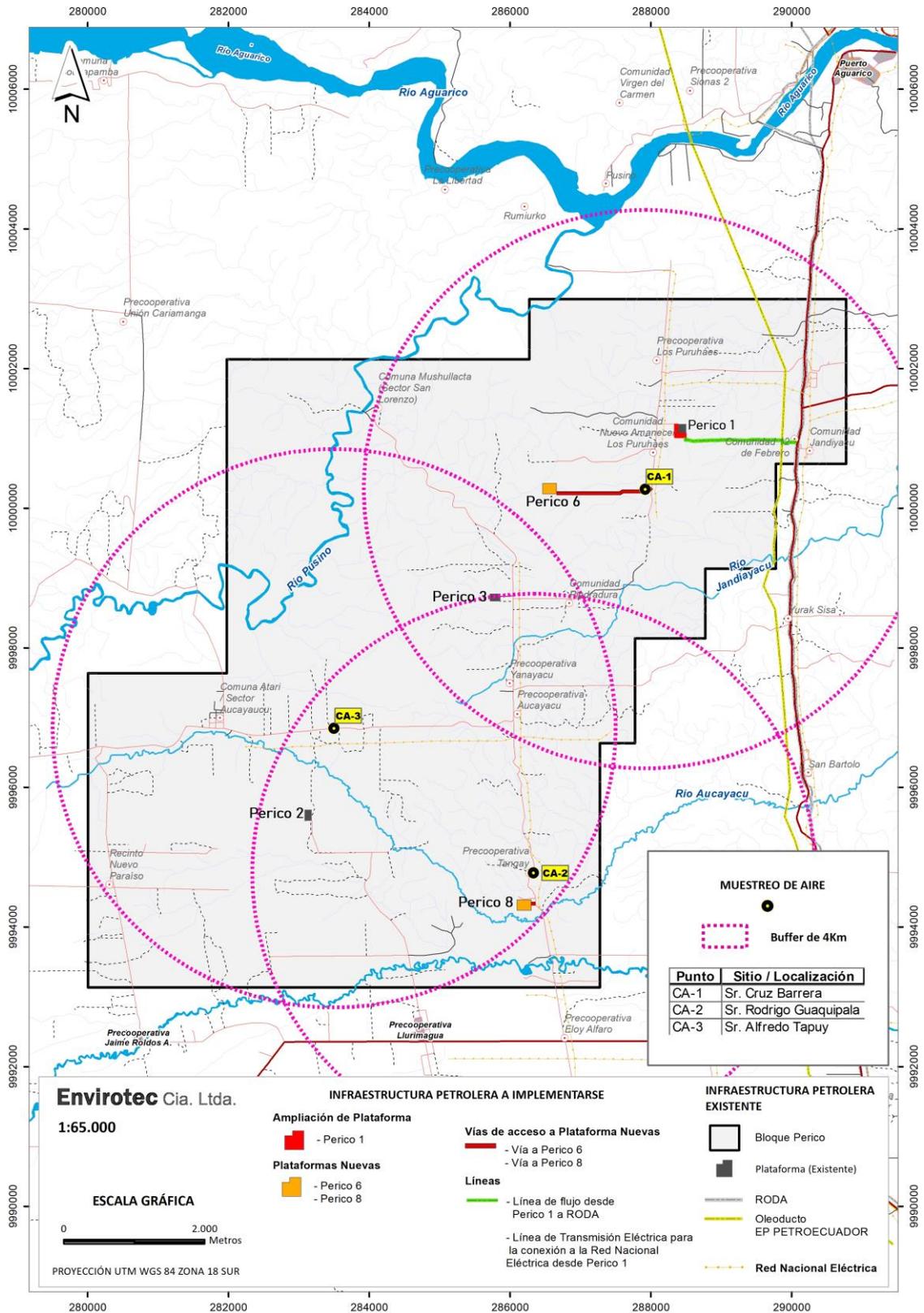
Se realiza una aclaración sobre los resultados reportados en los informes emitidos por el Laboratorio ALS (Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/ 3.1.3 Aire/ 3.1.3.1 CA-1, 3.1.3.2 CA-2 y 3.1.3.3 CA-3) en los cuales se utiliza el símbolo (<) antes de ser transformados en concentración corregida, para ello es importante mencionar que el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-031 emitido el 01 de febrero del 2024 con respecto al uso del símbolo (<) en varios resultados aclara lo siguiente:

*“Como cumplimiento del “Criterio General CRGA041 Utilización del símbolo de acreditación SAE y referencia a la condición de acreditado”, los laboratorios de ensayo debido a que mantenemos nuestra acreditación con el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE debemos reportar los resultados de manera que se haga notar el rango*

---

*acreditado. Para el caso de resultados menores al límite de reporte (LR) se deben colocar con el símbolo < a fin de hacer notar que con nuestro método no podemos reportar valores menores a lo validado y acreditado; si se reportaran de esa manera en ese momento estaríamos proporcionando un resultado fuera de acreditación. Si los resultados se reportan como <LR; el parámetro entra dentro del conteo para el uso del símbolo del SAE y no afecta la condición de acreditado". Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.1 OFICIO 2024-031/Ítem 1 y 3.1.11.4 CRGA041 Símbolo.*

**FIGURA N° 4.3.23.- UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE AIRE**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### 4.3.7 Ruido

#### 4.3.7.1 Metodología

Se contrató los servicios de ALS ECUADOR ALSECU S.A. (Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.8 Acreditación de Laboratorio\3.1.8.1 ALS) para que lleve a cabo el muestreo y análisis de ruido en 7 puntos (receptores) en horario diurno y nocturno.

El muestreo de ruido ambiental se realizó siguiendo los lineamientos del Anexo 5, A.M. 097-A. Ítem “5.1.1 La evaluación ambiental base de ruido tiene por objeto identificar las fuentes emisoras de ruido, los niveles de presión sonora más altos en el perímetro de la FFR y los PCA que pudiesen ser afectados por esta;

*5.1.3 Se deberá identificar los lugares, en el perímetro de la FFR, donde se emiten los niveles de ruido más alto, así como los PCA cercanos;*

*5.1.5 Los puntos críticos de afectación serán definidos por el sujeto de control dentro de sus estudios ambientales (EsIA, Ficha Ambiental, PMA, AAc, etc.), y podrán ser modificados justificadamente por la Autoridad ambiental competente cuando lo considerase.”*

Para la selección de los puntos de muestreo de ruido ambiente, se consideró lo siguiente:

- Asentamientos humanos
- Áreas de desarrollo productivo y subsistencia (caza y pesca)
- Uso de suelo identificado
- Área donde se implementará la infraestructura.

En esta instancia, los puntos se ubicaron estratégicamente en las zonas con potencial de impacto directo e indirecto, específicamente en las áreas destinadas para la implantación de futuras plataformas Perico 6 y 8, así como en los puntos críticos de afectación (PCA) cercanos que incluyen comunidades, precooperativas y centros poblados en el área de

estudio, tal como se muestra en la Figura N° 4.3.24, que ilustra la ubicación de los sitios de muestreo de ruido.

El equipo utilizado fue un tipo sonómetro integrador con selector de una y tres octavas, y con indicador de frecuencia. Los puntos receptores para ruido externo fueron determinados en el sitio a través de la aplicación de una malla.

Las mediciones del ruido en exteriores se realizan en respuesta lenta, con el filtro de ponderación A y con tiempo de integración de 0,5 min. El tiempo de medición es de 5 min por punto, 2,5 min en horario diurno, y 2,5 en horario nocturno, el mismo que es estadísticamente representativo durante la jornada de trabajo; las mediciones para la caracterización del foco emisor de ruido es la cantidad de registros colectados, se refiere a una base de tiempo y distancia; la distancia por punto de medición es de 3, 7 y 10m por foco emisor de ruido considerado. Para el presente proyecto se consideraron como fuentes emisoras de ruido: animales, tránsito vehicular y viviendas cercanas. Además de ellos se toma una lectura en los sitios donde se construirán las plataformas. Los valores obtenidos son: Nivel de presión Sonora Equivalente (LAeqT), Baja Frec (LceqT), impulsivo (Lieqi) y Tonal (Lkt).

La medición de ruido residual se realizó de acuerdo con lo establecido en el procedimiento de emisión/inmisión acústica de ALS ECUADOR ALSECU S.A.; el cual tiene como referencia a lo indicado en la norma ISO 1996-2.

Los sitios de muestreo se determinaron de acuerdo con el número de plataformas a implementarse, motivo de la realización del presente proyecto, y la presencia de receptores en los sectores de influencia directa por lo que se tomaron siete (7) mediciones de ruido diurno; y siete (7) mediciones de ruido nocturno (en total 14 sectores de mediciones).

Los resultados fueron comparados con los límites permisibles establecidos en el Anexo 5, numeral 4.1 del A.M 097A, de acuerdo con los usos del suelo del sector.

**TABLA N° 4.3.25.- NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (LKEQ) PARA FUENTES  
FIJAS DE RUIDO**

| Tipo de ZONA según Uso de Suelo                      | Nivel de Presión Sonora Equivalente [Lkeq (dB)]   |                  |
|--|---|------------------|
|  | Periodo Diurno  | Periodo Nocturno |
|  | de 07h01 a 21h00  | de 21h01 a 07h00 |
| Residencial (R1)                                     | 55  | 45               |
| Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)             | 55  | 45               |
| Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)             | 60  | 50               |
| Comercial (CM)                                       | 60  | 50               |
| <b>Agrícola Residencial (AR)</b>                     | <b>65</b>   | <b>45</b>        |
| Industrial (ID1/ID2)                                 | 65  | 55               |
| <b>Industrial (ID3/ID4)</b>                          | <b>70</b>   | <b>65</b>        |
| Uso Múltiple   | Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.<br>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2<br>LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB. |                  |
| Protección Ecológica (PE)<br>Recursos Naturales (RN) | La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.   |                  |

Referencia: Anexo 5 A.M 097 A, del 30 de Julio de 2015.

#### 4.3.7.2 Resultados

##### ➤ Localización de Sitios de Muestreos

La localización de los sitios de muestreo se especifica en la Tabla N° 4.3.26.

**TABLA N° 4.3.26.- LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE RUIDO AMBIENTE**

| Tipo Monitoreo  | Código Laboratorio | Cod  | Detalle             | **Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Sur |                      | Interferencias Observaciones   |
|-----------------|--------------------|------|---------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------|--|
|                 |                    |      |                     | Este (m)                           | Norte (m) | Este (m)                       | Norte (m)            |  |
|                 |                    |      |                     | Ruido Ambiental                    | 46269-1   | CR-1                           | Comunidad Jandiayacu |  |
| Ruido Ambiental | 46269-3            | CR-2 | Plataforma Perico 1 | 288418                             | 1040      | 288418                         | 10001040             | Fuente Fija de Ruido: Generadores, separadores. Fuente Emisora de Ruido: Procesos de bloque, ruido generado por el personal. Fuentes de Ruido Residual: Sonidos de insectos de la zona. No se puede apagar |

| Tipo Monitoreo  | Código Laboratorio | Cod   | Detalle   | **Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Interferencias Observaciones   |
|-----------------|--------------------|-------|---|------------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|--|
|                 |                    |       |   | Este (m)                           | Norte (m) | Este (m)                       | Norte (m) |  |
|                 |                    |       |   |                                    |           |                                |           |  |
| Ruido Ambiental | 46269-5            | CR-3  | Sr. Juan Ramon Jiménez (vivienda)                               | 288051                             | 672       | 288051                         | 10000672  | los motores durante la medición de ruido residual. Superficie cercana reflectora de sonido: No Aplica.   |
| Ruido Ambiental | 46880-1            | CR-4  | Sr. Cruz Barrera (vivienda)                                     | 287942                             | 286       | 287942                         | 10000286  | Fuente Fija de Ruido: No se aprecia la fuente desde el punto de monitoreo (no audible). Fuente Emisora de Ruido: Procesos del bloque, ruido generado por el personal. Fuentes de Ruido Residual: Sonidos de insectos de la zona. Superficie cercana reflectora de sonido: No Aplica. |
| Ruido Ambiental | 46880-3            | CR-5  | Plataforma Perico 6   | 286576                             | 253       | 286576                         | 10000253  | Fuente Fija de Ruido: No se aprecia la fuente desde el punto de monitoreo (no audible). Fuente Emisora de Ruido: Procesos del bloque, ruido generado por el personal. Fuentes de Ruido Residual: Sonidos de aves de la zona. Superficie cercana reflectora de sonido: Arbustos.      |
| Ruido Ambiental | 46883-3            | CR-11 | Sr. Rodrigo Guaquipala (vivienda)                               | 286336                             | 9994768   | 286336                         | 9994768   | Fuente Fija de Ruido: No se aprecia la fuente desde el punto de monitoreo (no audible). Fuente Emisora de Ruido: Procesos del bloque, ruido generado por el personal. Fuentes de Ruido Residual: Sonidos de aves de la zona. Superficie cercana reflectora de sonido: Árboles.       |
| Ruido Ambiental | 46883-5            | CR-12 | Sra. María Dorinda Torres Ochoa (predio)<br>Plataforma Perico 8 | 286189                             | 9994299   | 286189                         | 9994299   | Fuente Fija de Ruido: No se aprecia la fuente desde el punto de monitoreo (no audible). Fuente Emisora de Ruido: Procesos del bloque, ruido generado por el personal. Fuentes de Ruido Residual: Sonidos de aves de la zona. Superficie  |

| Tipo Monitoreo | Código Laboratorio | Cod | Detalle | **Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Interferencias Observaciones |
|----------------|--------------------|-----|---------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
|                |                    |     |         | Este (m)                           | Norte (m) | Este (m)                       | Norte (m) |                              |
|                |                    |     |         |                                    |           |                                |           |                              |

\* Distancias en línea recta desde los puntos de referencia establecidos en el detalle  
Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023.  
\*\*Coordenadas de acuerdo con informe de laboratorio (Anexo 3.1.4 Ruido)  
\*\*\* Procesos del Bloque, hace referencia al movimiento del personal, ya solamente la Plataforma Perico 1 se encuentra en operaciones.  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los puntos de ruido ambiental muestreados en el campo fueron efectuados en los alrededores del lugar de implantación de las futuras plataformas<sup>10</sup>, específicamente en los puntos CR-2, CR-5 y CR-12. Además, se realizaron muestreos en los puntos CR-1 y CR-4, que corresponden a las zonas pobladas más cercanas al área de implantación del proyecto, cabe destacar que los puntos CR-3 y CR-11 se encuentran fuera del área de influencia indirecta y directa del componente ruido.

En el Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.4 Ruido, se encuentran los resultados y en el Anexo 3.1.7 Certificados de Calibración, se encuentra el certificado de calibración de equipos. En la Figura N° 4.3.24 se presenta la ubicación de los sitios de muestreos de ruido. (Ver Anexo Cartográfico 11A\_MAPA\_DE\_MUESTREO\_RUIDO).

### ➤ Muestreos

Los niveles de presión sonora equivalente total de la emisión de ruido al ambiente fueron los siguientes:

Las mediciones se realizaron bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente promedio día: 32 °C; noche: 20 °C. Humedad relativa día: 69 %; noche: 82 %. Velocidad del viento: día: 0,6 m/s; noche: 0,7 m/s.

Los focos emisores de ruido significativo corresponden a las actividades propias de la zona (animales domésticos, así como aves silvestres, entomofauna (insectos) y

<sup>10</sup> Ver Capítulo 01 Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto/ Pág. 1.

herpetofauna (ranas)) del Campo Perico, para los sitios CR-1, CR-2, CR-3, CR-4, CR-5, CR-11, CR-12; en cada sitio se ha tomado los muestreos diurnos y nocturnos.

Los informes de monitoreo están en: Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.4 Ruido. Las cadenas de custodia en: Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.9 Cadenas de Custodia.

**TABLA N° 4.3.27.- RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RUIDO DIURNO Y NOCTURNO  
BLOQUE 88 PERICO**

| Código | DIURNO                                       |                             | NOCTURNO                                     |                               |
|--------|--|-----------------------------|--|-------------------------------|
|        | Nivel de Presión Sonora Corregido Total (dB) | # Personas Expuestas        | Nivel de Presión Sonora Corregido Total (dB) | # Personas Expuestas          |
|        | <b>Lim. Máx. dB(A) (AM 097A)</b>             | <b>DIURNO (ID3/ID4): 70</b> | <b>Lim. Máx. dB(A) (AM 097A)</b>             | <b>NOCTURNO (ID3/ID4): 65</b> |
| CR-2*  | 56,5   | más de 1(a)                 | 59,3   | más de 1(a)                   |
|        | <b>Lim. Máx. dB(A) (AM 097A)</b>             | <b>DIURNO (AR): 65</b>      | <b>Lim. Máx. dB(A) (AM 097A)</b>             | <b>NOCTURNO (AR): 45</b>      |
| CR-1   | 44,6   | más de 1(a)                 | 50,8   | más de 1(a)                   |
| CR-3   | 37,5   |                             | 50,6   |                               |
| CR-4   | 42,9   |                             | 50,8   |                               |
| CR-5   | 41,7   |                             | 48,8   |                               |
| CR-11  | 43,6   |                             | 49,6   |                               |
| CR-12  | 41   |                             | 50,5   |                               |

Fuente: Informe de Monitoreo, 2024

Nota: Para todos los "Equivalente<sup>(S)</sup>" Corresponde a la corrección de L<sub>keq</sub>, T= L<sub>Aeq</sub>, T+K<sub>f</sub>+K<sub>i</sub>+K<sub>t</sub>

\*El punto CR-2, se encuentra en la plataforma Perico 1, la cual se encuentra en operaciones.

Nota 01: (a) Existen personas expuestas permanentemente

### Ruido Nocturno

El monitoreo de ruido ambiente en horario nocturno determinó que todos los puntos analizados exceden los límites establecidos por la normativa vigente. Estos hallazgos podrían estar relacionados con la presencia de fauna nocturna, como reptiles, insectos y aves autóctonas de la zona, así como con la música proveniente de casas cercanas, según las observaciones detalladas por el laboratorio.

Es importante resaltar que las observaciones realizadas durante el monitoreo revelaron una serie de fuentes de ruido presentes en el área de estudio. Además, se observó la contribución del tránsito vehicular en la Vía E-45 Lago Agrio - Sacha, con vehículos en movimiento cerca que aumentaban el nivel de ruido. La actividad nocturna de la fauna local, como los insectos y las aves autóctonas, también contribuyó al ruido ambiental. Además, se notaron características del entorno como arbustos, árboles y cercamientos de

alambre de púas, que pueden influir en la reflexión y propagación del sonido en el área. Estas observaciones detalladas por el laboratorio proporcionan una visión más completa de la situación del ruido nocturno en el área de estudio.

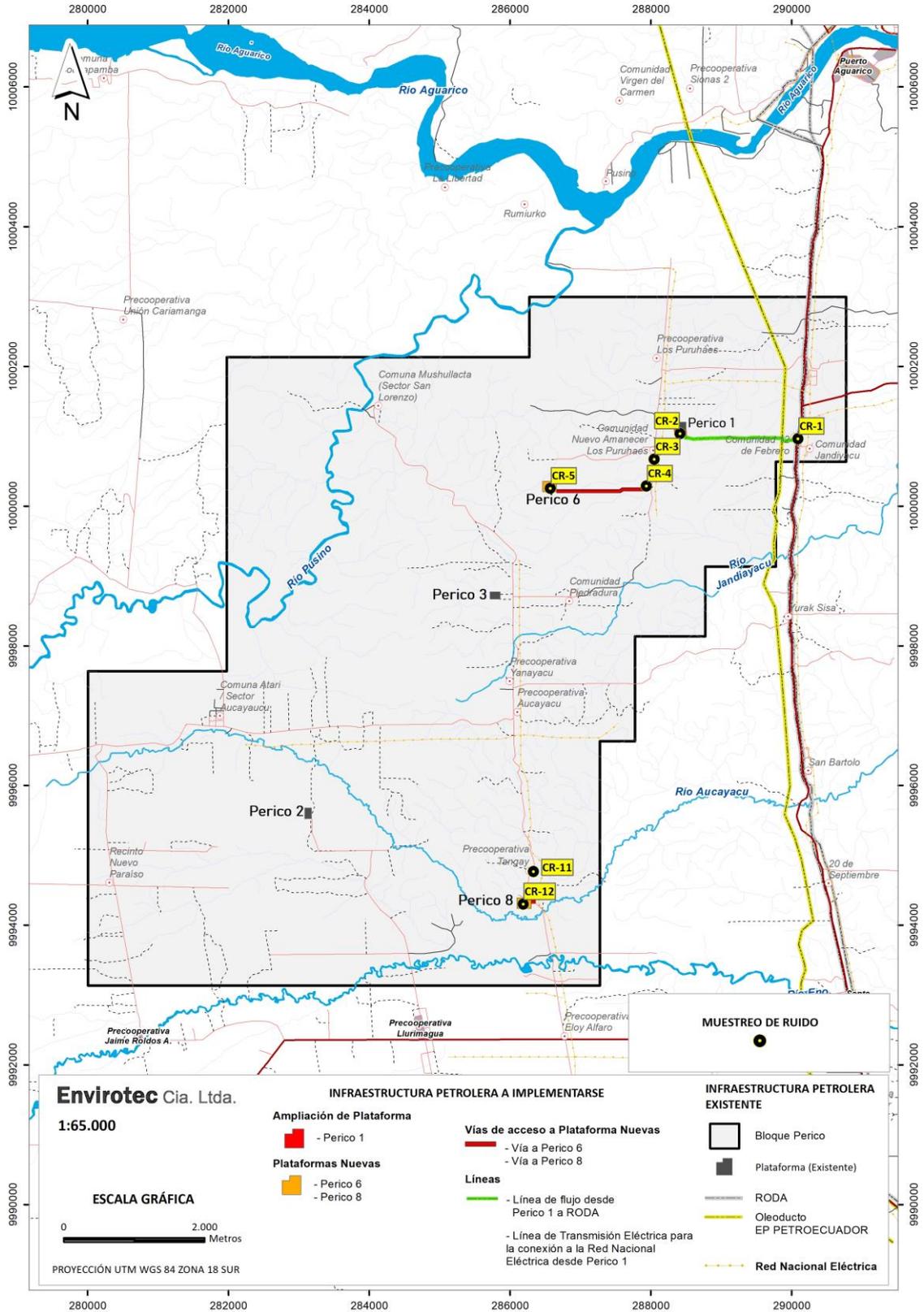
Con respecto al valor nocturno de CR-2 se encuentra dentro del límite permisible de la normativa legal aplicable. Se compara con el tipo de zona Industrial (ID3/ID4) ya que el muestreo se realizó en el área de ampliación de la Plataforma de Perico 1.

### **Ruido Diurno**

En cuanto al ruido ambiente en horario diurno todas las muestras cumplen con lo establecido en la Tabla 1 del Anexo 5 del A.M 097A.

Con respecto al valor diurno de CR-2 se encuentra dentro del límite permisible de la normativa legal aplicable. Este muestreo se realizó en el área de ampliación de la Plataforma de Perico 1; razón por la cual se procedió a comparar este punto teniendo en cuenta el tipo de zona designado como Industrial (ID3/ID4).

**FIGURA N° 4.3.24.- UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE RUIDO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024



**Fotografía N° 4.3.5.- Medición de ruido diurno en el punto CR-3**



**Fotografía N° 4.3.6.- Medición de ruido nocturno en CR-11**

#### **4.3.8 Hidrología**

El análisis hidrológico permite identificar los drenajes en el área de interés, evaluar el comportamiento del recurso hídrico superficial de los principales ríos, quebradas y drenajes que forman parte del medio físico del Bloque 88 Perico, y entender su relación con potenciales impactos durante el desarrollo de las actividades para la explotación.

Se ha identificado la red de drenaje superficial dentro del área del Bloque 88 Perico, incluyendo los drenajes asociados a las áreas donde se realizarán actividades.

Considerando el área del Bloque 88 Perico, la red hidrográfica y la ubicación de la infraestructura se han definido sitios de interés, en los cuales se ha realiza el análisis hidrológico.

#### **4.3.8.1 Metodología**

Para la caracterización hidrológica de las áreas influenciadas en el Bloque 88 Perico, se definieron las subcuencas que podrían ser intervenidas como parte de las actividades y facilidades a desarrollarse durante la fase de explotación.

Para caracterización hidrológica se planificó y ejecutó el trabajo en tres fases:

- Trabajo Preliminar – Recopilación y análisis de información: En donde se revisó y analizó la información hidrométrica e hidrológica disponible. Se realizó una delimitación de las cuencas hidrográficas con base en la cartografía 1:50.000 y 1:25.000, con el propósito de identificar sitios de interés en la red hidrográfica y programar el levantamiento de la información en campo.
- Trabajo de Campo – medición de caudales: Durante los trabajos de campo se cumplieron las siguientes actividades: reconocimiento del área de estudio, identificación de los cursos hídricos principales, mediciones de caudal (aforos) con el fin de evaluar la cantidad del recurso hídrico y verificación de los principales usos del agua en el área del Bloque 88 Perico.
- Trabajo de Oficina – caracterización hidrológica: Se realizó la integración de la información recopilada y levantada en campo, y con base en esta información hidrológica disponible se evalúa el recurso hídrico superficial presente en los diferentes cauces, se determinan los caudales medios, mínimos y máximos, los caudales ecológicos y los usos del recurso hídrico en las subcuencas de interés en el área de estudio.

#### **➤ Recopilación de Información**

La información recopilada y considerada en el componente hidrológico se detalla a continuación.

### **a. Información cartográfica base:**

- Cartas topográficas a escala 1:50.000 (IGM, 2011), en el sistema de referencia Universal Transversal de Mercator (UTM) Datum WGS84 18S.
- Cartografía básica a escala 1:25.000. IGM, 2017, en el sistema de referencia Universal Transversal de Mercator (UTM) Datum WGS84 17S.
- Modelo de Elevación Digital (DEM), NASA-JAXA, ALOS PALSAR, 2012, resolución 12x12m.

### **b. Información cartográfica temática:**

- Proyecto. - Límite del Bloque 88 Perico, Frontera Energy, 2023.
- Subcuencas hidrográficas. - Sobre la base de la cartografía de información básica de curvas de nivel y red hidrográfica, se definieron las subcuencas hidrográficas de interés. Adicionalmente se consideraron los límites del Bloque 88 Perico y la ubicación de facilidades a implantarse.
- Geopedología. - Información de Taxonomía de Suelos, texturas, pendientes, formaciones, escala 1:25.000 (, MAGAP, SIPA, 2017)
- Sistemas Productivos. - Información de Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra, escala 1:25.000 (MAGAP, SIPA, 2017).
- Estaciones hidrometeorológicas. - En base a la información meteorológica e hidrológica del INAMHI (2015), se han identificado las estaciones ubicadas próximas al área del Bloque 88 Perico.
- Isoyetas. - Información de Isoyetas a Nivel Nacional – Sistema Nacional de información, escala 1:250.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2002).
- Unidades hídricas. – Corresponde a la información de codificación de unidades hídricas nivel 6 considerando la metodología Pfafstetter, MAATE, 2020. Escala 1:50.000.
- Banco Nacional de Autorizaciones. - información de autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua, Año 2020, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, MAATE.

Para el análisis e integración de la información cartográfica se trabajó en el sistema de coordenadas UTM Datum WGS84 18S.

### **c. Información hidrometeorológica:**

- Anuarios Hidrológicos (INAMHI, 2015)

#### ➤ **Levantamiento de Información de Campo**

Se realizó el levantamiento de información en campo, con el propósito de obtener la siguiente información:

- Ubicación de sitios de interés hidrológico, sistema de coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S;
- Reconocimiento de las condiciones físicas y de drenaje de las subcuencas (pendientes, cobertura vegetal, etc.)
- Realización de aforos líquidos en secciones de interés, para obtención de información hidrológica directa, dentro del Bloque 88 Perico.

El método de aforo en los sitios considerados de interés corresponde al de velocidad-área, mediante flotadores. Se realizaron mediciones de campo, en 10 sitios.

#### ➤ **Cálculo de aforos**

La medición del ancho, de la profundidad y de la velocidad, permite calcular el caudal correspondiente a cada segmento de la sección transversal, aplicando la ecuación:

$$\text{Caudal (Q)} = \text{Velocidad (V)} * \text{Área (A)}$$

Los cálculos se encuentran en el Anexo 3.1.6 Hidrología/ Anexo 3.1.6.B Cálculo de Aforos.

## ➤ **Caracterización Hidrológica**

Para establecer las condiciones hidrológicas del área se realizaron las actividades detalladas a continuación:

- Recopilación, y análisis de la información hidrometeorológica existente para la zona del proyecto;
- Definición de sitios de interés hidrológico asociadas a las actividades en el Bloque 88 Perico, considerando el área de implantación de infraestructura y de actividades a realizarse;
- Analizar la red hidrográfica existente y las condiciones de drenaje (Pendientes, tipo de suelos, cobertura vegetal, etc.);
- Definición de las características físicas de las subcuencas hidrográficas de interés;
- Conformación de la base de datos hidrológicos de la estación base, considerada para el análisis;
- Análisis del balance hídrico del área del Bloque 88 Perico.
- Análisis de caudales medios, mínimos y máximos en las subcuencas hidrográficas asociadas a los sitios de interés.
- Determinación de caudales ecológicos en los sitios de interés.
- Análisis de usos de agua en las subcuencas de interés.
- Determinación de los niveles de crecida en las secciones de interés.

Se ubicaron sitios de interés en la red de drenaje natural, los cuales se definen tomando en cuenta posibles impactos hacia el recurso hídrico presente en los cauces, en este sentido la definición de los sitios de interés consideró el límite del Bloque 88 Perico y la ubicación de la infraestructura existente e infraestructura a implantarse.

En el Anexo 3.1.6.A, se presenta la metodología de cálculo de las variables hidrológicas como: características morfométricas de las subcuencas, caudales máximos, medios y mínimos; curvas de duración general y curvas de variación estacional de los cuerpos hídricos.

### 4.3.8.2 Resultados

#### ➤ Red hidrográfica y sitios de interés en el Bloque 88 Perico

La caracterización de la hidrología permite determinar el comportamiento a nivel espacial y temporal, de los principales drenajes y los potenciales impactos durante el desarrollo de la fase de explotación.

Los drenajes naturales superficiales son cuerpos o sistemas lóticos, pues están compuestos de ríos y quebradas cuyas aguas se encuentran en movimiento en una dirección principal a través de los cauces. Se observa una red de drenaje tipo dendrítica (morfología de la red de drenaje).

El área del Bloque 88 Perico tiene como principales drenajes de norte a sur: Estero Sin Nombre 2 y río Aucayacu. Los drenajes principales drenan hacia la margen derecha del río Aguarico, que se ubica fuera del bloque 88 Perico. La Tabla N° 4.3.28 presenta las subcuencas vinculadas a la infraestructura de cada plataforma que se implementará en el Bloque 88 Perico. (Ver Anexo Cartográfico 12\_MAPA\_DE\_CUENCAS\_HIDROGRAFICAS).

**TABLA N° 4.3.28.- SUBCUENCAS IDENTIFICADAS EN EL BLOQUE 88 PERICO E  
INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO**

| Código | Cuenca        | Subcuenca  | Código Pfafstetter Nivel 7 | Proyecto                       |  |            |
|--------|---------------|--|----------------------------|--------------------------------|--|------------|
|        |               |  |                            | Plataformas                    | Líneas   | Accesos    |
| 2      | Río Napo 4978 | Río Aucayacu   | 4978652                    | Perico 8                       |  | a Perico 8 |
| 6      |               | Drenaje directo a Río Aguarico (Estero Sin Nombre 2) | 4978657                    | Perico 6 y Ampliación Perico 1 | Línea de Flujo Perico 1 – RODA<br>Línea de conexión a la Red Nacional Eléctrica desde Perico 1 | a Perico 6 |

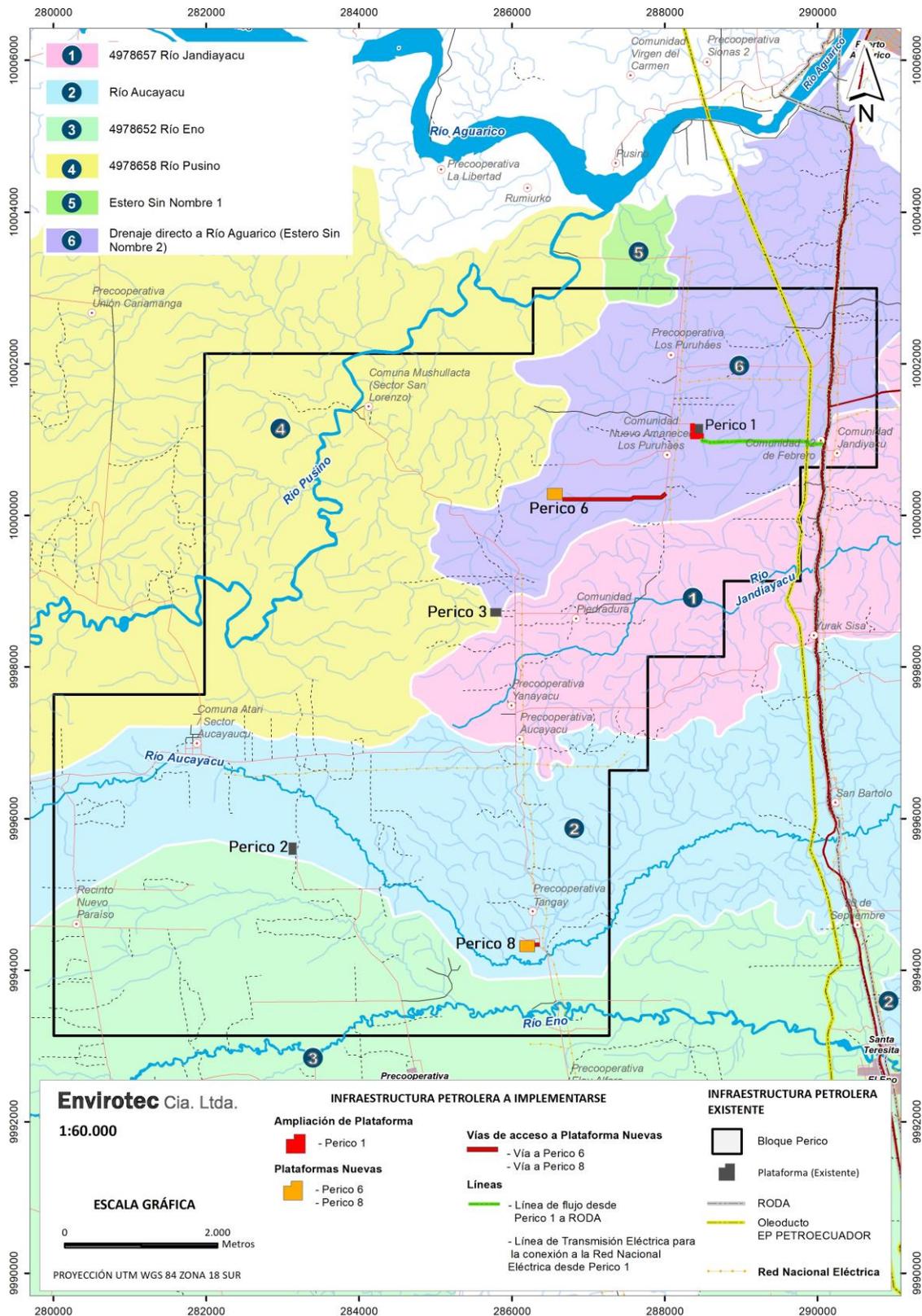
Fuente: Frontera Energy, 2024  
Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

El Drenaje directo a Río Aguarico (estero Sin Nombre 2) se origina dentro del Bloque 88 Perico en las proximidades de la plataforma Perico 3 a una altitud de 310 m.s.n.m., tiene una trayectoria hacia el noreste del Bloque hasta su descarga en el río Aguarico en la cota 287 m.s.n.m., en la zona de puerto Aguarico.

El río Aucayacu nace a una altitud de 335 m.s.n.m., se origina fuera del Bloque 88 Perico, cerca de la población 14 de julio, su cauce principal transita hacia el este y se junta con el río Eno a una altitud de 250 m.s.n.m. para luego descargar hacia el río Aguarico.

Los drenajes de mayor interés corresponden a los cauces del Estero Sin Nombre 2, y de del río Aucayacu, y varios aportes donde se localizará infraestructura y operaciones hidrocarburíferas. En la siguiente Figura N° 4.3.25 se presenta el Mapa de Subcuencas Hidrográficas principales del Bloque 88 Perico.

**FIGURA N° 4.3.25.- SUBCUENCAS EN EL ÁREA DEL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Las subcuencas hidrográficas de interés son parte del sistema hidrográfico del río Aguarico.

De acuerdo con la codificación de unidades hidrográficas de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA, 2017), conforme al método Pfastetter, nivel 5, el área del Bloque 88 Perico se localiza completamente dentro de la cuenca del río Aguarico (Unidad hidrográfica 49786).

La codificación de unidades hídras Pfastetter del nivel 7 (SENAGUA, 2017), determina que el Bloque 88 Perico se ubica en 2 unidades hidrográficas, la Tabla N° 4.3.29 muestra el detalle de las unidades hidrográficas.

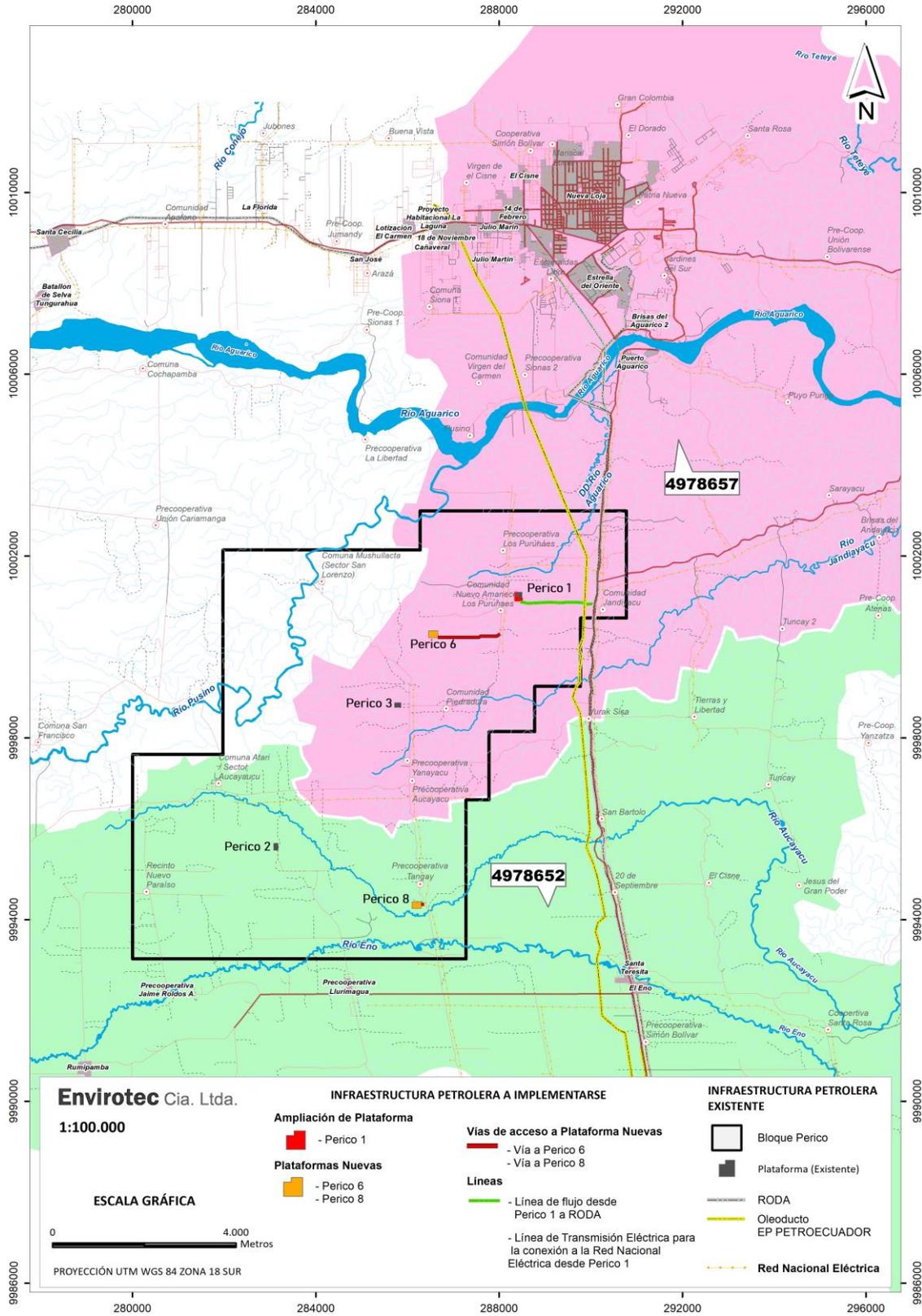
**TABLA N° 4.3.29.- UNIDADES HIDROGRÁFICAS NIVEL 7 CODIFICACIÓN PFASTETTER  
ASOCIADAS AL BLOQUE 88 PERICO**

| Nivel 1               | Nivel 2                | Nivel 3                 | Nivel 4              | Nivel 5                   | Nivel 6                    | Nivel 7 | Área (km2) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------|------------|
| 4 Cuenca río Amazonas | 49 Unidad hidrográfica | 497 Unidad hidrográfica | 4978 Cuenca río Napo | 49786 Cuenca río Aguarico | 497865 Unidad hidrográfica | 4978657 | 365.9      |
|                       |                        |                         |                      |                           |                            | 4978652 | 530.8      |

Fuente: SENAGUA, 2017

La Figura N° 4.3.26 incluye las unidades hidrográficas Nivel 7 de la codificación Pfastetter asociadas al área del proyecto en el Bloque 88 Perico.

**FIGURA N° 4.3.26.- UNIDADES HIDROGRÁFICAS NIVEL 7 CODIFICACIÓN PFAFSTETTER –  
ÁREA DEL PROYECTO EN EL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Considerando la ubicación de las facilidades en el Bloque 88 Perico se han determinado 10 sitios de interés a lo largo de la red hidrográfica. En estos sitios se ha realizado el levantamiento de información en campo.

**TABLA N° 4.3.30.- UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE INTERÉS DEL ÁREA DEL PROYECTO EN EL BLOQUE 88 PERICO**

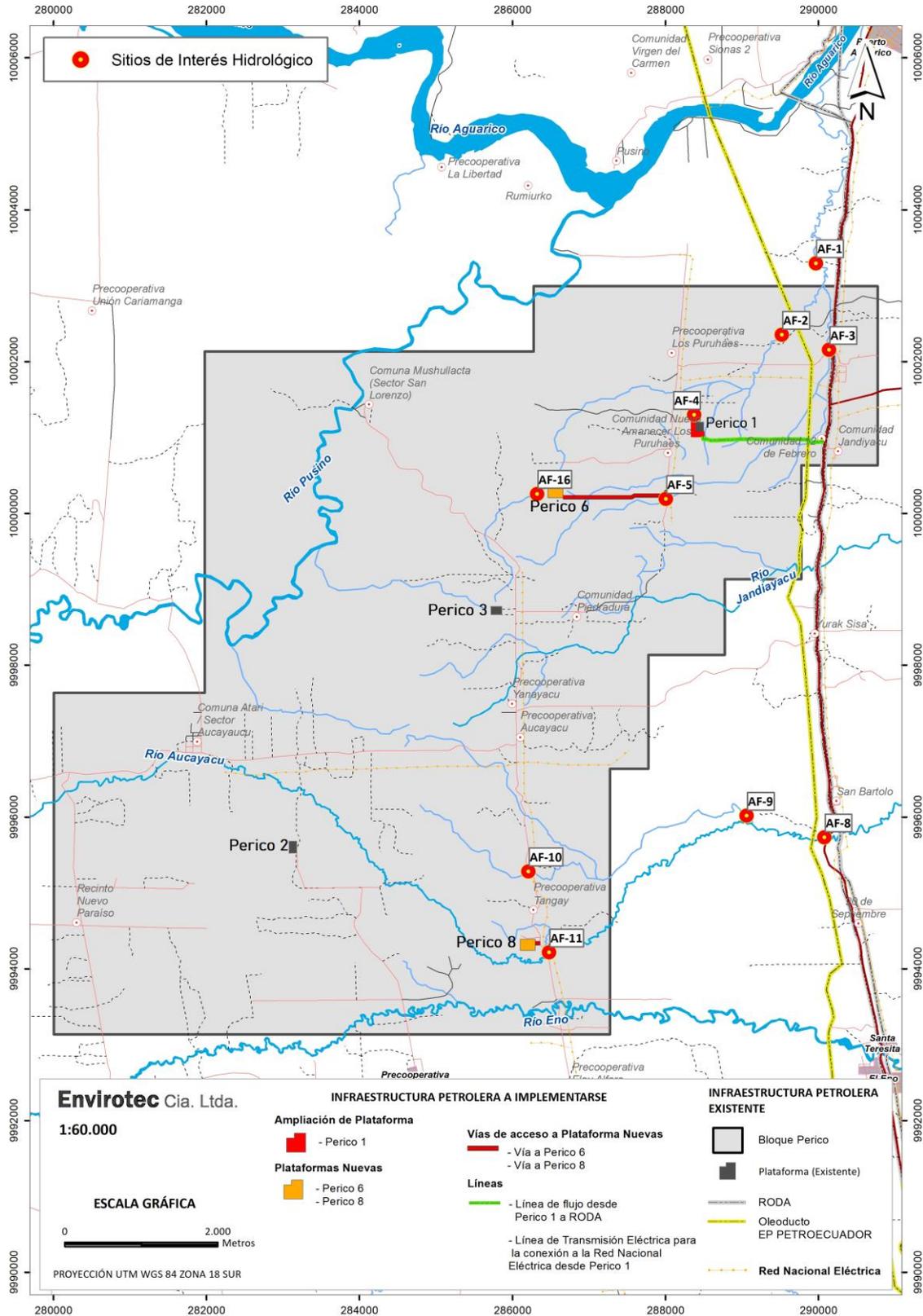
| Código | Nombre sitio                   | Subcuenca   | Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Referencia   |
|--------|--------------------------------|---|-----------------------------------|-----------|--|
|        |                                |   | Este (m)                          | Norte (m) |  |
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | Drenaje directo al Río Aguarico Estero Sin Nombre 2 | 289965                            | 10003293  | Punto de contingencia  |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio |   | 289522                            | 10002349  | Aguas abajo de plataforma Perico 1 y Perico 6                    |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      |   | 290139                            | 10002151  | Aguas abajo plataforma Perico 6 y línea de flujo Perico 1 a RODA |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            |   | 288376                            | 10001294  | Aguas abajo plataforma Perico 1                                  |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     |   | 288005                            | 10000186  | Aguas arriba líneas de flujo Perico 1 a RODA                     |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | Río Aucayacu  | 290077                            | 9995725   | Punto de contingencia  |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      |   | 289061                            | 9996012   | Punto de contingencia  |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     |   | 286209                            | 9995278   | Línea base (bloque 88 Perico)                                    |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            |   | 286479                            | 9994210   | Aguas abajo de plataforma Perico 8 y acceso                      |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | Drenaje directo al Río Aguarico Estero Sin Nombre 2 | 286321                            | 10000253  | Aguas arriba de infraestructura plataforma Perico 6              |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En función de los sitios de interés, la información cartográfica y el modelo de elevación digital NASA JAXA 2012, se han definido las subcuencas asociadas a los sitios de interés hidrológico para el Bloque 88 Perico.

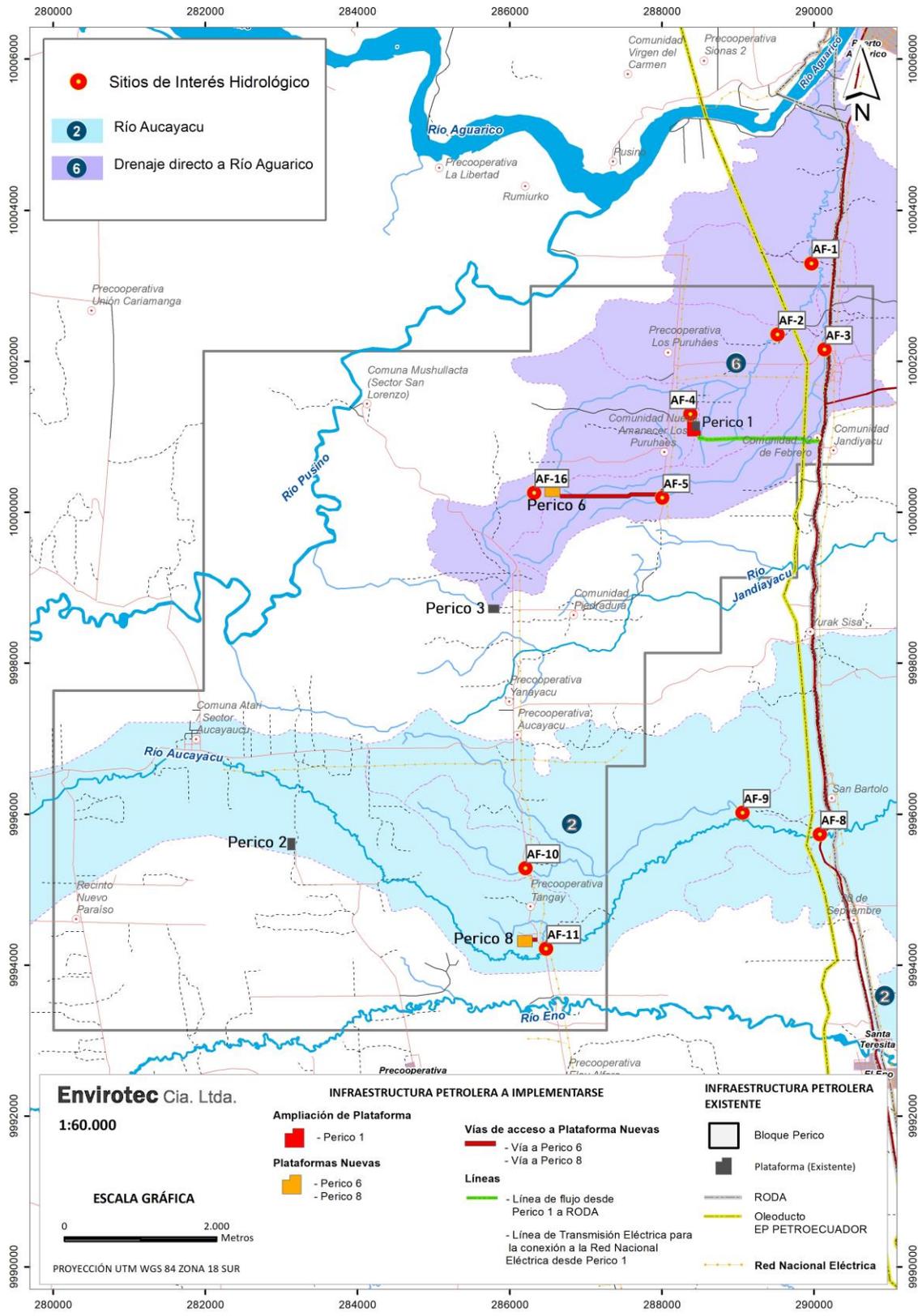
La Figura N° 4.3.27 muestra la ubicación de los sitios de interés hidrológico el área del proyecto en el Bloque 88 Perico. La Figura N° 4.3.28 presenta las subcuencas hidrográficas asociadas a los sitios de interés hidrológico en el Bloque 88 Perico. (Ver Anexo Cartográfico 13\_MAPA\_DE\_AFOROS\_CAPTACION).

**FIGURA N° 4.3.27.- SITIOS DE INTERÉS HIDROLÓGICO DEL ÁREA DEL PROYECTO EN EL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.28.- SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS A LOS SITIOS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### ➤ **Características Físicas de las Subcuencas de Drenaje**

Las características físicas de las subcuencas y del cauce principal se incluyen a continuación en la Tabla N° 4.3.31 y en la Tabla N° 4.3.32. Se incluyen las características físicas de las subcuencas de interés dentro del Bloque 88 Perico.

Las áreas de drenaje en el Bloque 88 Perico corresponden a cuencas hidrográficas pequeñas, con superficies menores a 250.km<sup>2</sup>.

Las áreas de drenaje analizadas tienen un coeficiente de forma Kf bajo y un coeficiente de compacidad Kc mayor a 1, lo que indica una forma irregular de las subcuencas. Las subcuencas son alargadas y muy alargadas considerando valores de Kf menores a 0,30.

De acuerdo, a FAO 1985, Kc en el Rango entre 1,25 y 1,50, corresponde a forma oval redonda a oval oblonga. Valores de Kc entre 1,25 y 1,00 determinan formas más redondas. Los valores de Kc son mayores a 1,50 por lo que las subcuencas son poco ovaladas.

La densidad de drenaje de las subcuencas determina condiciones de drenaje moderadas a buenas pues en la mayoría de los casos se tienen densidades de drenaje DD mayores a 3,6 km/km<sup>2</sup>.

Se observa dentro del Bloque 88 Perico un relieve colinado principalmente con pendientes entre 12 y 25%.

Las pendientes de los cauces son bajas ( $S \leq 5\%$ ), aspecto que se asocia con una concentración de caudales lenta, velocidades de flujo de la escorrentía superficial bajas, por tanto, los tiempos de concentración son elevados.

**TABLA N° 4.3.31.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS PRINCIPALES EN EL BLOQUE 88 PERICO**

| Nombre Subcuenca    | A<br>(km <sup>2</sup> ) | P<br>(km) | Lp<br>(m) | Hmax<br>(msnm) | Hmin<br>(msnm) | S<br>(%) | Sp<br>(%) | Sc<br>(%) | DD<br>(Km/km2) | La<br>(m) | B<br>(km) | Kf   | Kc   | Hmed<br>(msnm) | Tc<br>(min) |
|---------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|------|------|----------------|-------------|
| Estero Sin Nombre 2 | 19,71                   | 28,69     | 11<br>378 | 328            | 281            | 0,42     | 0,39      | 10,88     | 4,49           | 9<br>754  | 2,02      | 0,18 | 1,81 | 335            | 367         |
| Río Aucayacu        | 34,64                   | 41,29     | 20<br>142 | 335            | 298            | 0,18     | 0,23      | 10,20     | 2,85           | 17<br>343 | 2,00      | 0,10 | 1,96 | 348            | 642         |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Donde: A – Área de drenaje (km<sup>2</sup>). P – Perímetro de la microcuenca (km). Lp – Longitud del cauce principal (m). Hmáx – Cota máxima del cauce (m.s.n.m.). Hmín – Cota mínima del cauce (m.s.n.m.). S – Pendiente media del cauce (%). Sp - Pendiente ponderada del cauce (%). Sc – Pendiente de la cuenca (%). DD – Densidad de drenaje (km/km<sup>2</sup>). La – Longitud axial (m). B – Ancho de la subcuenca (km). Kf – Coeficiente de forma. Kc – Coeficiente de compacidad. Hmed – Altitud media de la subcuenca (m.s.n.m.). Orden – Orden de la corriente. Tc – Tiempo de concentración promedio (min)

**TABLA N° 4.3.32.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS ASOCIADAS A LAS FACILIDADES A DESARROLLARSE EN EL BLOQUE 88**

**PERICO**

| Código | Nombre Subcuenca               | A (km <sup>2</sup> ) | P (km) | Lp (m) | Hmáx (msnm) | Hmín (msnm) | S (%) | Sp (%) | Sc (%) | DD (Km/km <sup>2</sup> ) | La (m) | B (km) | Kf   | Kc   | Hmed (msnm) | Tc (min) |
|--------|--------------------------------|----------------------|--------|--------|-------------|-------------|-------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|------|------|-------------|----------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                | 22,04  | 7 780  | 328         | 299         | 0,37  | 0,40   | 10,81  | 4,37                     | 6 377  | 2,27   | 0,29 | 1,62 | 338         | 310      |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                 | 16,85  | 6 544  | 328         | 302         | 0,40  | 0,37   | 10,99  | 4,24                     | 5 770  | 1,53   | 0,23 | 1,59 | 340         | 262      |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                 | 10,01  | 4 534  | 339         | 305         | 0,74  | 0,55   | 11,32  | 4,06                     | 4 152  | 0,60   | 0,13 | 1,78 | 338         | 145      |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                 | 1,77   | 687    | 325         | 312         | 1,79  | 3,28   | 13,63  | 3,96                     | 687    | 0,17   | 0,24 | 1,46 | 341         | 26       |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                 | 2,89   | 1 315  | 339         | 316         | 1,75  | 2,00   | 12,15  | 4,47                     | 1 064  | 0,30   | 0,23 | 1,43 | 344         | 41       |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                | 41,29  | 20 142 | 335         | 298         | 0,18  | 0,23   | 10,20  | 2,85                     | 17 343 | 2,00   | 0,10 | 1,96 | 348         | 642      |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                 | 17,84  | 5 578  | 328         | 308         | 0,36  | 0,48   | 11,25  | 4,38                     | 4 960  | 1,85   | 0,33 | 1,65 | 341         | 244      |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                 | 5,20   | 2 025  | 328         | 312         | 0,78  | 1,22   | 12,46  | 4,45                     | 1 628  | 0,63   | 0,31 | 1,44 | 345         | 78       |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                | 31,91  | 15 695 | 335         | 305         | 0,19  | 0,27   | 9,60   | 1,99                     | 14 384 | 1,59   | 0,10 | 1,87 | 353         | 512      |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                 | 6,75   | 1 681  | 328         | 321         | 0,42  | 0,42   | 10,77  | 4,65                     | 1 558  | 1,04   | 0,62 | 1,48 | 342         | 123      |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Donde: A – Área de drenaje (km<sup>2</sup>). P – Perímetro de la microcuenca (km). Lp – Longitud del cauce principal (m). Hmáx – Cota máxima del cauce (msnm). Hmín – Cota mínima del cauce (m.s.n.m.). S – Pendiente media del cauce (%). Sp - Pendiente ponderada del cauce (%). Sc – Pendiente de la cuenca (%). DD – Densidad de drenaje (km/km<sup>2</sup>). La – Longitud axial (m). B – Ancho de la subcuenca (km). Kf – Coeficiente de forma. Kc – Coeficiente de compacidad. Hmed – Altitud media de la subcuenca (msnm). Orden – Orden de la corriente. Tc – Tiempo de concentración promedio (min)

Considerando la información del mapa de Geopedología, escala 1:25.000 del MAGAP, 2017, se identifican en las subcuencas de interés principalmente texturas de suelo franco arenosas y arcillosas.

Los suelos franco-arenosos son suelos que permiten la infiltración de las precipitaciones, mientras los suelos arcillosos son impermeables. En el área del Bloque 88 Perico se tienen mayormente suelos arcillosos hacia el noreste y suelos franco-arenosos hacia el oeste.

Respecto a la cobertura vegetal y usos del suelo en el área del Bloque 88 Perico, de acuerdo con la información de sistemas productivos, escala 1:25.000 del MAGAP, 2017, se aprecian que el área se encuentra intervenida, se aprecian superficies importantes de pastos, cultivos varios (palma africana, café, cacao, plátano, yuca, etc.) y bosque húmedo muy alterado.

Considerando que se tienen áreas intervenidas por actividades antrópicas y que se tienen suelos impermeables, se espera que gran parte de la precipitación se transforme en escorrentía superficial.

De acuerdo con el balance hídrico de la zona, en base a los registros de la estación M0061 Lago Agrio se estima que la escorrentía superficial anual será del orden de 2000 mm.

### ➤ **Estaciones Hidrológicas**

La información de ubicación de la estación hidrológica considerada en el análisis se incluye en la Tabla N° 4.3.33, se tomó en cuenta datos de caudales a nivel diario, mensual y anual, los datos hidrológicos se incluyen en el Anexo 3.1.6.B.

**TABLA N° 4.3.33.- INFORMACIÓN DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN Y DE CAUDALES  
DISPONIBLES**

| Estación            | Código | Longitud      | Latitud       | Altitud (msnm) | Período     | Área (km <sup>2</sup> ) |
|---------------------|--------|---------------|---------------|----------------|-------------|-------------------------|
| Aguarico Nueva Loja | H1133  | 76° 48' 29" W | 00° 02' 38" N | 299            | 2001 – 2013 | 4 333                   |

Fuente: INAMHI, 2015

## ➤ Hidrometría – Aforos de Agua en Sitios de Interés

Se levanto información hidrológica in situ, se realizaron aforos líquidos en las secciones de interés. Con el propósito de contar con información hidrológica directa de las subcuencas de interés en el Bloque 88 Perico se efectuó el levantamiento de información en campo.

Se realizaron mediciones de campo entre los días 5 al 10 de junio de 2023.

A continuación, en la Tabla N° 4.3.34 se incluye un resumen de la información de campo, la ubicación geográfica y los principales resultados de las mediciones realizadas.

**TABLA N° 4.3.34.- UBICACIÓN DE SITIOS DE AFORO E INFORMACIÓN DE MEDICIONES**

| Código | Nombre                         | Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Altitud<br>(m.s.n.m.) | Fecha     | Hora  | B (m) | Hmáx<br>(m) | A (m <sup>2</sup> ) | Vmed<br>(m/s) | Q (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-------|-------|-------------|---------------------|---------------|-----------------------|
|        |                                | Este (m)                          | Norte (m) |                       |           |       |       |             |                     |               |                       |
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 289965                            | 10003293  | 299                   | 10/6/2023 | 10:38 | 5.70  | 0.82        | 3.471               | 0.28          | 0.955                 |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 289522                            | 10002349  | 302                   | 10/6/2023 | 9:50  | 6.40  | 0.68        | 2.714               | 0.22          | 0.609                 |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 290139                            | 10002151  | 305                   | 9/6/2023  | 11:45 | 2,80  | 0,30        | 0,445               | 0,16          | 0,070                 |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 288376                            | 10001294  | 312                   | 9/6/2023  | 10:56 | 0,80  | 0,15        | 0,061               | 0,23          | 0,014                 |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 288005                            | 10000186  | 316                   | 9/6/2023  | 9:33  | 1.14  | 0.32        | 0.190               | 0.18          | 0.034                 |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 290077                            | 9995725   | 298                   | 5/6/2023  | 10:13 | 11,20 | 0,75        | 6,840               | 0,32          | 2,195                 |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 289061                            | 9996012   | 308                   | 5/6/2023  | 9:15  | 6,00  | 0,70        | 2,850               | 0,27          | 0,782                 |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 286209                            | 9995278   | 312                   | 6/6/2023  | 14:00 | 3,40  | 0,37        | 0,880               | 0,30          | 0,266                 |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 286479                            | 9994210   | 305                   | 6/6/2023  | 11:10 | 5,40  | 1,70        | 6,030               | 0,40          | 2,391                 |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 286321                            | 10000253  | 321                   | 8/6/2023  | 13:29 | 2,40  | 0,30        | 0,448               | 0,69          | 0,308                 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Q – Caudal (m<sup>3</sup>/s). A – Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>). Vmed - Velocidad media del agua (m/s). Hmáx – Profundidad máxima del agua o calado (m). B – Ancho en la superficie del agua (m)

El Anexo Cartográfico incluye el Mapa Ubicación de los Sitios de Aforo, donde se ha levantado información in situ.

Los cálculos de los aforos líquidos realizados en campo y las secciones transversales de los cauces levantados se presentan en el Anexo 3.1.6.C Secciones transversales y en el Anexo 3.1.6.H se incluye el registro fotográfico de los sitios de interés visitados en campo.

## ➤ Series de Caudales Mensuales en Estaciones

La serie de caudales registrados en la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja se incluye a continuación en la Tabla N° 4.3.35.

**TABLA N° 4.3.35.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN ESTACIÓN H1133 AGUARICO EN NUEVA LOJA (M<sup>3</sup>/S)**

| Año        | Ene          | Feb          | Mar          | Abr          | May          | Jun          | Jul          | Ago          | Sep          | Oct          | Nov          | Dic          | Media        |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2001       | 464,1        | 534,7        | 411,4        | 594,6        | 639,0        | 1145,0       | 711,4        | 654,6        | 607,3        | 568,3        | 527,4        | 898,9        | 646,4        |
| 2002       | 387,4        | 440,4        | 603,4        | 618,1        | 761,3        | 836,6        | 956,1        | 741,7        | 593,3        | 484,6        | 676,7        | 911,3        | 667,6        |
| 2003       | 251,7        | 440,2        | 536,7        | 536,7        | 1108,0       | 643,4        | 962,2        | 602,7        | 696,9        | 745,6        | 469,5        | 536,1        | 627,5        |
| 2004       | 490,9        | 210,8        | 757,7        | 616,9        | 1254,0       | 1226,0       | 800,2        | 851,2        | 665,3        | 497,5        | 556,3        | 494,3        | 701,8        |
| 2005       | 435,1        | 668,1        | 410,8        | 808,2        | 544,7        | 736,8        | 663,0        | 494,8        | 454,6        | 427,7        | 569,7        | 533,7        | 562,3        |
| 2006       | 529,3        | 595,3        | 528,3        | 616,6        | 843,9        | 723,1        | 736,7        | 559,6        | 524,8        | 568,9        | 479,5        | 598,4        | 608,7        |
| 2007       | 491,4        | 287,8        | 645,0        | 662,1        | 755,5        | 910,5        | 721,3        | 601,5        | 626,8        | 419,8        | 595,2        | 523,9        | 603,4        |
| 2008       | 487,2        | 573,0        | 372,0        | 544,4        | 731,5        | 858,0        | 725,9        | 456,9        | 579,9        | 485,8        | 417,6        | 421,9        | 554,5        |
| 2009       | 576,9        | 548,1        | 422,3        | 646,4        | 517,9        | 815,8        | 633,3        | 573,2        | 386,5        | 404,0        | 331,7        | 492,4        | 529,0        |
| 2010       | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| 2011       | 182,0        | 223,3        | 184,9        | 245,4        | 362,1        | 383,1        | 383,1        | 241,9        | 299,8        | 177,8        | 186,3        | 247,1        | 259,7        |
| 2012       | 513,9        | 491,6        | 683,3        | 536,3        | 510,6        | 648,4        | 653,6        | 505,1        | 357,7        |              |              |              | 544,5        |
| <b>Med</b> | <b>437,3</b> | <b>455,8</b> | <b>505,1</b> | <b>584,1</b> | <b>729,9</b> | <b>811,5</b> | <b>722,4</b> | <b>571,2</b> | <b>526,6</b> | <b>478,0</b> | <b>481,0</b> | <b>565,8</b> | <b>573,9</b> |
| Min        | 182,0        | 210,8        | 184,9        | 245,4        | 362,1        | 383,1        | 383,1        | 241,9        | 299,8        | 177,8        | 186,3        | 247,1        | 177,8        |
| Max        | 576,9        | 668,1        | 757,7        | 808,2        | 1254,0       | 1226,0       | 962,2        | 851,2        | 696,9        | 745,6        | 676,7        | 911,3        | 1254,0       |

Fuente: INAMHI, 2015

El caudal medio específico para la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja es 132.l/s/km<sup>2</sup>.<sup>11</sup>  
En la Figura N° 4.3.29, se muestra la variación estacional de los caudales, presentándose los mayores durante los meses de mayo a julio.

<sup>11</sup> De acuerdo al Glosario Hidrológico Internacional (Organización Meteorológica Mundial OMM, 2012), , publicación No. 385, 2012. Caudal específico véase también producción hídrica, es el caudal de agua por unidad de superficie de una cuenca.

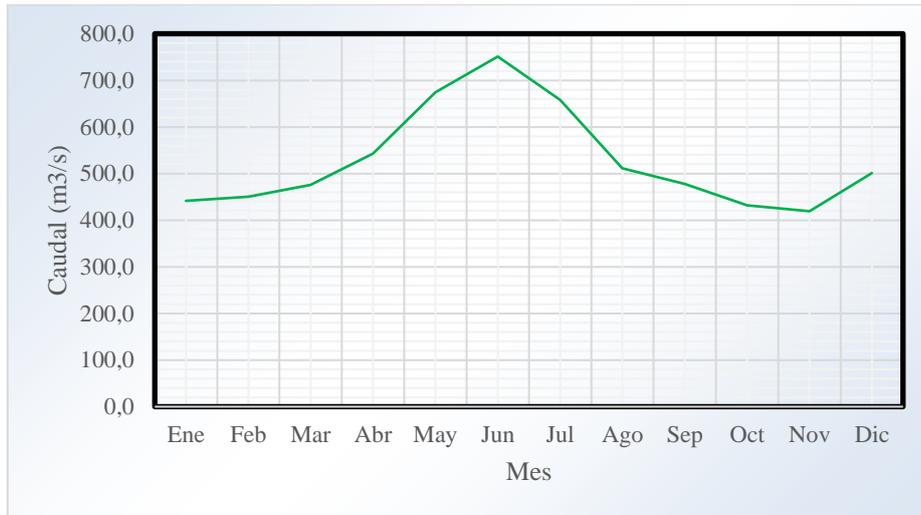
El caudal medio específico para la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja es 132.l/s/km<sup>2</sup>.

Por tanto, el caudal medio específico es el caudal medio en la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja que es 573.9 m<sup>3</sup>/s dividido para el área de drenaje de la cuenca hidrográfica de la estación hidrológica que es 4333 km<sup>2</sup>, y multiplicado por 1000 para obtener el resultado en litros.

Entonces:

$$q \text{ med} = 573.9 / 4333 * 1000 = 132.4 \text{ l/s/km}^2$$

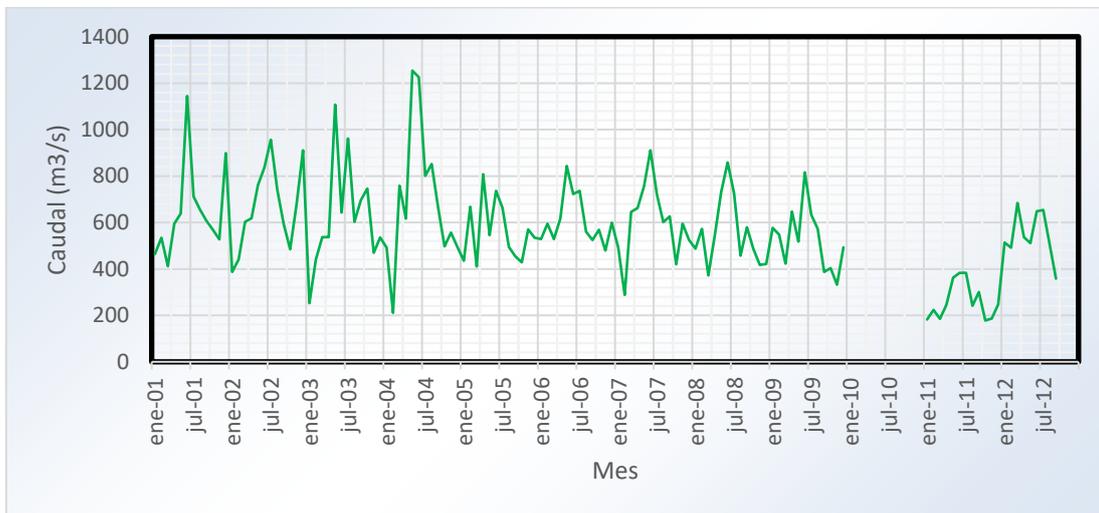
**FIGURA N° 4.3.29.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES H1133 AGUARICO EN NUEVA LOJA**



Fuente: INAMHI, 2015

La Figura N° 4.3.30 muestra los caudales medios mensuales históricos del río Aguarico en Nueva Loja.

**FIGURA N° 4.3.30.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LA ESTACIÓN H1133 AGUARICO EN NUEVA LOJA**



Fuente: INAMHI, 2015

Los caudales medios anuales y específicos obtenidos en base a los registros de esta estación se incluyen en la Tabla N° 4.3.36.

**TABLA N° 4.3.36.- CAUDALES MEDIOS ANUALES Y ESPECÍFICOS EN LA ESTACIÓN H1133  
AGUARICO EN NUEVA LOJA**

| Código | Estación            | Área (km <sup>2</sup> ) | Caudal Medio Anual (m <sup>3</sup> /s) | Caudal Medio Específico (l/s/km <sup>2</sup> ) | Lamina de Escurrimiento (mm) |
|--------|---------------------|-------------------------|--|--|------------------------------|
| H1133  | Aguarico Nueva Loja | 4 333                   | 573.9                                  | 132  | 4 176                        |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Contrastando la lámina de precipitación anual media en la subcuenca del río Aguarico (4.150 mm) y la lámina de esorrentía (4 176 mm), se presume que las precipitaciones en la cuenca hidrográfica del río Aguarico serán mayores a las estimadas y/o se tendrán aportes subterráneos regionales.

Se determinó la curva de duración general (CDG) para la estación hidrológica, con el fin de establecer los caudales medios y mínimos en el río Aguarico. En la Tabla N° 4.3.37 se incluyen las probabilidades de excedencia de caudales mensuales del río.

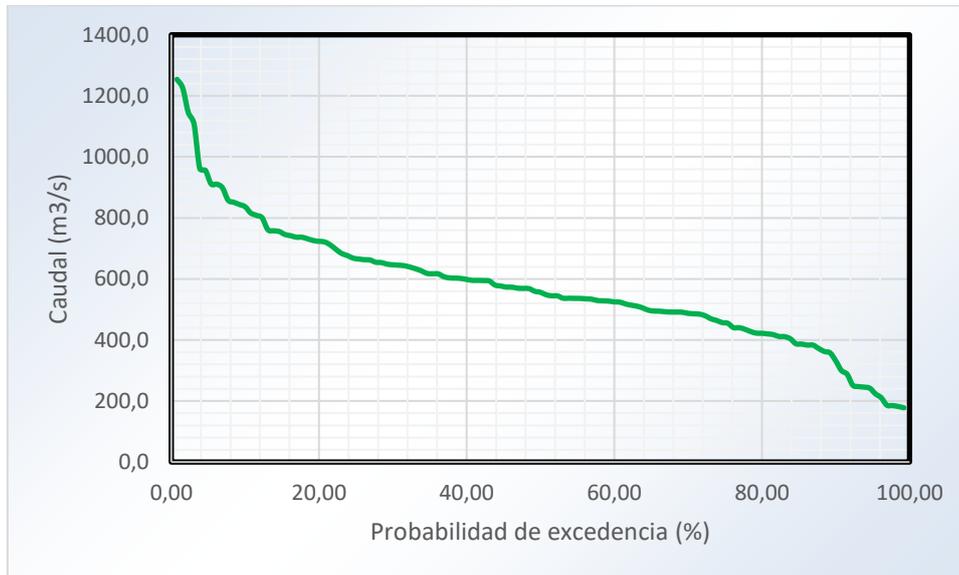
**TABLA N° 4.3.37.- CAUDALES CARACTERÍSTICOS EN VALORES MEDIOS MENSUALES EN  
LA ESTACIÓN (M<sup>3</sup>/S)**

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudales Mensuales H1133 Aguarico Nueva Loja (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------|--|
| 5                              | 956,1  |
| 10                             | 836,6  |
| 15                             | 755,5  |
| 20                             | 723,1  |
| 25                             | 668,1  |
| 30                             | 646,4  |
| 35                             | 618,1  |
| 40                             | 598,4  |
| 45                             | 576,9  |
| 50                             | 556,3  |
| 55                             | 536,3  |
| 60                             | 524,8  |
| 65                             | 497,5  |
| 70                             | 487,2  |
| 75                             | 456,9  |
| 80                             | 421,9  |
| 85                             | 387,4  |
| 90                             | 331,7  |
| 95                             | 241,9  |
| Qmed                           | 573,9  |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La Figura N° 4.3.31 se incluye las curvas de duración general de caudales mensuales la estación H1133 Aguarico Nueva Loja.

**FIGURA N° 4.3.31.- CURVA DE DURACIÓN GENERAL DE CAUDALES MENSUALES EN RÍO  
AGUARICO (M3/S)**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La curva de duración general (CDG) indica un aporte subterráneo importante de aproximadamente 180 m<sup>3</sup>/s, que correspondería a un aporte del 30% del caudal medio.

La variabilidad de caudales por efecto de la lluvia es importante. Los caudales varían entre 180 y 1250 m<sup>3</sup>/s.

La forma de CDG siempre decreciente indica que la regulación de caudales en la subcuenca del río Aguarico es limitada, a pesar de que el aporte subterráneo es importante. Las precipitaciones que caen sobre la subcuenca son descargadas rápidamente como caudal superficial y subterráneo.

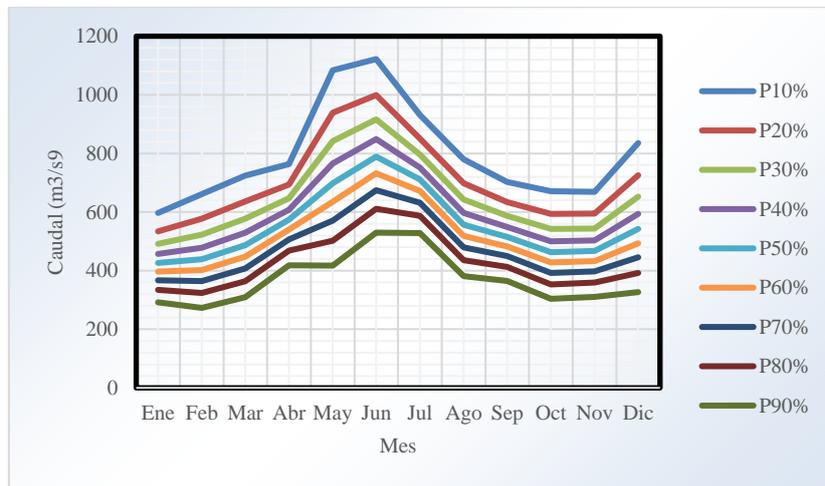
Se calcularon también las curvas de variación estacional (CVE), determinando los valores de caudales con la probabilidad de excedencia asociada para cada mes. Para determinar los caudales con probabilidad se aplicó una distribución de probabilidades tipo Pearson III. En la Tabla N° 4.3.38 y la Figura N° 4.3.32 se incluyen los caudales con probabilidad asociada, determinados para la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja.

**TABLA N° 4.3.38.- CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN LA ESTACIÓN H1133  
AGUARICO EN NUEVA LOJA (M<sup>3</sup>/S)**

| Probabilidad (%) | Ene | Feb | Mar | Abr | May  | Jun  | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10%              | 597 | 661 | 724 | 763 | 1084 | 1122 | 931 | 780 | 703 | 671 | 669 | 835 |
| 20%              | 534 | 578 | 636 | 694 | 939  | 999  | 851 | 698 | 634 | 594 | 594 | 725 |
| 30%              | 492 | 522 | 577 | 647 | 842  | 916  | 796 | 642 | 587 | 542 | 544 | 652 |
| 40%              | 457 | 478 | 529 | 608 | 766  | 849  | 751 | 597 | 549 | 500 | 503 | 593 |
| 50%              | 426 | 439 | 487 | 574 | 698  | 789  | 711 | 557 | 515 | 463 | 467 | 542 |
| 60%              | 397 | 402 | 448 | 540 | 635  | 732  | 672 | 518 | 483 | 428 | 433 | 494 |
| 70%              | 367 | 364 | 408 | 506 | 571  | 675  | 632 | 479 | 450 | 393 | 398 | 445 |
| 80%              | 334 | 324 | 364 | 468 | 503  | 611  | 587 | 436 | 413 | 353 | 360 | 393 |
| 90%              | 292 | 273 | 309 | 418 | 417  | 530  | 529 | 381 | 365 | 304 | 311 | 327 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.32.- CAUDALES DE LA CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN LA  
ESTACIÓN H1133 AGUARICO EN NUEVA LOJA (M<sup>3</sup>/S)**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los valores más bajos de caudal en el río Aguarico se presentan entre enero y febrero.

### ➤ Caudales Mensuales en los Sitios de Interés

Para la determinación de los caudales se toman como base los registros de caudales medios estación H1133 Aguarico en Nueva Loja. Se aplicó el método de transposición de caudales considerando la homogeneidad hidrológica en la región, es decir, la subcuenca de la estación hidrológica base, tendrá un comportamiento similar al de los sitios de interés.

Aplicando el concepto de proporcionalidad, se transponen los caudales medios anuales y mensuales, en función del área de la cuenca hidrográfica de interés, se aplica la siguiente relación:

$$QA / QB = (AA / AB) (PA / PB)$$

QA – Caudal medio anual cuenca A (m<sup>3</sup>/s)

QB – Caudal medio anual cuenca B (m<sup>3</sup>/s)

AA – Área de drenaje cuenca A (km<sup>2</sup>)

AB – Área de drenaje cuenca B (km<sup>2</sup>)

PA – Precipitación anual media cuenca A (mm)

PB – Precipitación anual media cuenca B (mm)

Para el cálculo se consideró que la precipitación anual media en la cuenca hidrográfica de la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja es de 4:150 mm. La precipitación anual media en las subcuencas de interés ha sido determinada mediante el método de isoyetas.

Debido a que las subcuencas del Bloque 88 Perico presentan suelos arcillosos, la infiltración es limitada, el aporte subterráneo por tanto será menor al de la estación base H1133 Aguarico en Nueva Loja, por lo que se quita el componente subterráneo para la estimación de caudales medios.

En la Tabla N° 4.3.39 se presentan los caudales medios mensuales estimados en las subcuencas principales del Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.39.- CAUDALES MEDIOS ANUALES EN LAS SUBCUENCAS PRINCIPALES DEL BLOQUE 88 PERICO**

| Nombre Subcuenca    | Área (km <sup>2</sup> ) | Relación de Áreas (AA/AB) | Relación de Lluvias (PA/PB) | Caudal medio (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Estero Sin Nombre 2 | 19,71                   | 19,71 / 4 333 = 0,00455   | 3550 / 4150 = 0,855         | 1,883                            |
| Río Aucayacu        | 34,64                   | 34,64 / 4 333 = 0,00799   | 4020 / 4150 = 0,969         | 3,747                            |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En la Tabla N° 4.3.40 se presentan los caudales medios mensuales estimados para las subcuencas asociados a las facilidades a desarrollarse en el Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.40.- CAUDALES MEDIOS ANUALES EN LOS SITIOS DE INTERÉS**

| Código | Nombre Subcuenca               | Área (km <sup>2</sup> ) | Relación de Áreas (AA/AB) | Relación de Lluvias (PA/PB) | Caudal medio (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 14,50 / 4 333 = 0,00335   | 3550 / 4150 = 0,855         | 1,385                            |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 8,86 / 4 333 = 0,00204    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,846                            |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                    | 2,47 / 4 333 = 0,00057    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,236                            |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                    | 0,11 / 4 333 = 0,00003    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,011                            |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                    | 0,32 / 4 333 = 0,00007    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,030                            |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                   | 34,64 / 4 333 = 0,00799   | 3550 / 4150 = 0,855         | 3,309                            |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                    | 9,20 / 4 333 = 0,00212    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,879                            |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                    | 1,03 / 4 333 = 0,00024    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,098                            |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                   | 22,85 / 4 333 = 0,00527   | 4150 / 4150 = 1,000         | 2,551                            |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                    | 1,62 / 4 333 = 0,00037    | 3550 / 4150 = 0,855         | 0,155                            |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

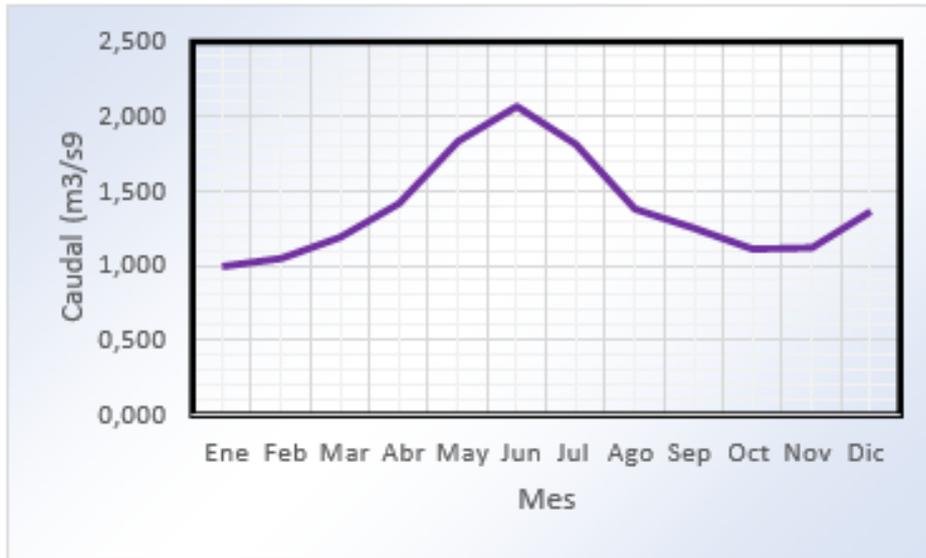
En la Tabla N° 4.3.41 y en la Figura N° 4.3.33 se presentan los caudales medios mensuales en el Estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1.

**TABLA N° 4.3.41.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES – ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO HASTA AF-1 (M<sup>3</sup>/S)**

| Año        | Ene          | Feb          | Mar          | Abr          | May          | Jun          | Jul          | Ago          | Sep          | Oct          | Nov          | Dic          | Media        |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2001       | 1.071        | 1.273        | 0.920        | 1.445        | 1.572        | 3.020        | 1.779        | 1.616        | 1.481        | 1.369        | 1.252        | 2.316        | 1.593        |
| 2002       | 0.851        | 1.003        | 1.470        | 1.512        | 1.922        | 2.137        | 2.480        | 1.866        | 1.441        | 1.130        | 1.680        | 2.351        | 1.654        |
| 2003       | 0.463        | 1.003        | 1.279        | 1.279        | 2.914        | 1.584        | 2.497        | 1.468        | 1.737        | 1.877        | 1.086        | 1.277        | 1.539        |
| 2004       | 1.148        | 0.346        | 1.912        | 1.508        | 3.332        | 3.252        | 2.033        | 2.179        | 1.647        | 1.167        | 1.335        | 1.157        | 1.751        |
| 2005       | 0.988        | 1.655        | 0.918        | 2.056        | 1.302        | 1.852        | 1.640        | 1.159        | 1.044        | 0.967        | 1.373        | 1.270        | 1.352        |
| 2006       | 1.258        | 1.447        | 1.255        | 1.508        | 2.158        | 1.812        | 1.851        | 1.344        | 1.245        | 1.371        | 1.115        | 1.455        | 1.485        |
| 2007       | 1.149        | 0.566        | 1.589        | 1.638        | 1.905        | 2.349        | 1.807        | 1.464        | 1.537        | 0.944        | 1.446        | 1.242        | 1.470        |
| 2008       | 1.137        | 1.383        | 0.807        | 1.301        | 1.837        | 2.199        | 1.821        | 1.050        | 1.403        | 1.133        | 0.938        | 0.950        | 1.330        |
| 2009       | 1.394        | 1.311        | 0.951        | 1.593        | 1.225        | 2.078        | 1.555        | 1.383        | 0.849        | 0.899        | 0.692        | 1.152        | 1.257        |
| 2010       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2011       | 0.263        | 0.382        | 0.272        | 0.445        | 0.779        | 0.839        | 0.839        | 0.435        | 0.601        | 0.251        | 0.276        | 0.450        | 0.486        |
| 2012       | 1.214        | 1.150        | 1.699        | 1.278        | 1.204        | 1.599        | 1.614        | 1.188        | 0.766        |              |              |              | 1.301        |
| <b>Med</b> | <b>0.994</b> | <b>1.047</b> | <b>1.188</b> | <b>1.415</b> | <b>1.832</b> | <b>2.066</b> | <b>1.811</b> | <b>1.378</b> | <b>1.250</b> | <b>1.111</b> | <b>1.119</b> | <b>1.362</b> | <b>1.385</b> |
| <b>Min</b> | 0.263        | 0.346        | 0.272        | 0.445        | 0.779        | 0.839        | 0.839        | 0.435        | 0.601        | 0.251        | 0.276        | 0.450        | 0.251        |
| <b>Max</b> | 1.394        | 1.655        | 1.912        | 2.056        | 3.332        | 3.252        | 2.497        | 2.179        | 1.737        | 1.877        | 1.680        | 2.351        | 3.332        |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.33.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN EL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO  
HASTA AF- 1**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los caudales con probabilidad de excedencia en las subcuencas principales del Bloque 88 Perico se incluyen en la Tabla N° 4.3.42.

Los caudales con probabilidad de excedencia en las subcuencas de los sitios de interés para el Bloque 88 Perico se presentan en la Tabla N° 4.3.43.

**TABLA N° 4.3.42.- CAUDALES CARACTERÍSTICOS DE LA CURVA DE DURACIÓN GENERAL EN LAS SUBCUENCAS PRINCIPALES DEL BLOQUE 88**

**PERICO**

| Probabilidad de excedencia (%) | Estero Sin Nombre 2 | Río Aucayacu |
|--------------------------------|---------------------|--------------|
| 5                              | 3,370               | 6,707        |
| 10                             | 2,905               | 5,781        |
| 15                             | 2,590               | 5,153        |
| 20                             | 2,464               | 4,903        |
| 25                             | 2,250               | 4,477        |
| 30                             | 2,165               | 4,309        |
| 35                             | 2,055               | 4,089        |
| 40                             | 1,978               | 3,937        |
| 45                             | 1,895               | 3,770        |
| 50                             | 1,815               | 3,611        |
| 55                             | 1,737               | 3,456        |
| 60                             | 1,692               | 3,367        |
| 65                             | 1,586               | 3,156        |
| 70                             | 1,546               | 3,076        |
| 75                             | 1,428               | 2,841        |
| 80                             | 1,292               | 2,570        |
| 85                             | 1,157               | 2,303        |
| 90                             | 0,941               | 1,872        |
| 95                             | 0,591               | 1,176        |
| <b>Qmed</b>                    | <b>1,883</b>        | <b>3,747</b> |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**TABLA N° 4.3.43.- CAUDALES CARACTERÍSTICOS DE LA CURVA DE DURACIÓN GENERAL EN LAS SUBCUENCAS DE INTERÉS EN EL BLOQUE  
88 PERICO**

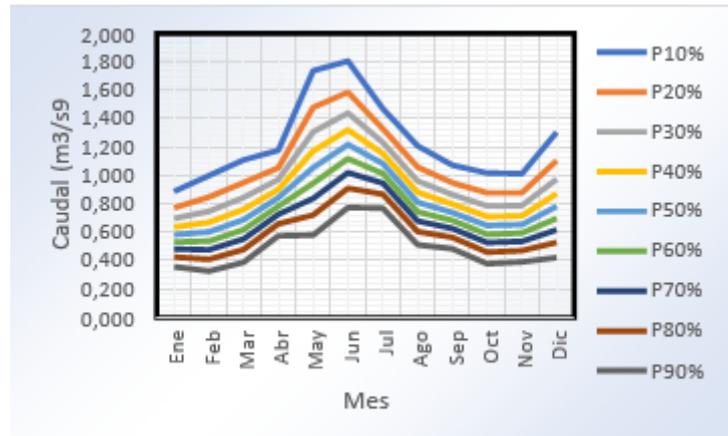
| Probabilidad de<br>excedencia<br>(%) | Estero Sin<br>Nombre 2<br>abajo | Estero Sin<br>Nombre 2<br>intermedio | Estero Sin<br>Nombre 3<br>abajo | Estero Sin<br>Nombre 4 | Estero Sin<br>Nombre 3<br>arriba | Río Aucayacu<br>abajo |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|
|                                      | AF-1                            | AF-2                                 | AF-3                            | AF-4                   | AF-5                             | AF-8                  |
| 5                                    | 2.480                           | 1.514                                | 0.423                           | 0.020                  | 0.055                            | 5.923                 |
| 10                                   | 2.137                           | 1.306                                | 0.365                           | 0.017                  | 0.047                            | 5.105                 |
| 15                                   | 1.905                           | 1.164                                | 0.325                           | 0.015                  | 0.042                            | 4.551                 |
| 20                                   | 1.812                           | 1.107                                | 0.309                           | 0.014                  | 0.040                            | 4.329                 |
| 25                                   | 1.655                           | 1.011                                | 0.282                           | 0.013                  | 0.036                            | 3.953                 |
| 30                                   | 1.593                           | 0.973                                | 0.272                           | 0.013                  | 0.035                            | 3.805                 |
| 35                                   | 1.512                           | 0.923                                | 0.258                           | 0.012                  | 0.033                            | 3.611                 |
| 40                                   | 1.455                           | 0.889                                | 0.248                           | 0.012                  | 0.032                            | 3.477                 |
| 45                                   | 1.394                           | 0.851                                | 0.238                           | 0.011                  | 0.031                            | 3.330                 |
| 50                                   | 1.335                           | 0.815                                | 0.228                           | 0.011                  | 0.029                            | 3.189                 |
| 55                                   | 1.278                           | 0.780                                | 0.218                           | 0.010                  | 0.028                            | 3.052                 |
| 60                                   | 1.245                           | 0.760                                | 0.212                           | 0.010                  | 0.027                            | 2.973                 |
| 65                                   | 1.167                           | 0.713                                | 0.199                           | 0.009                  | 0.026                            | 2.787                 |
| 70                                   | 1.137                           | 0.695                                | 0.194                           | 0.009                  | 0.025                            | 2.716                 |
| 75                                   | 1.050                           | 0.642                                | 0.179                           | 0.008                  | 0.023                            | 2.509                 |
| 80                                   | 0.950                           | 0.580                                | 0.162                           | 0.008                  | 0.021                            | 2.270                 |
| 85                                   | 0.851                           | 0.520                                | 0.145                           | 0.007                  | 0.019                            | 2.034                 |
| 90                                   | 0.692                           | 0.423                                | 0.118                           | 0.005                  | 0.015                            | 1.653                 |
| 95                                   | 0.435                           | 0.266                                | 0.074                           | 0.003                  | 0.010                            | 1.039                 |
| <b>Qmed</b>                          | <b>1.385</b>                    | <b>0.846</b>                         | <b>0.236</b>                    | <b>0.011</b>           | <b>0.030</b>                     | <b>3.309</b>          |

| Probabilidad de<br>excedencia<br>(%) | Estero Sin<br>Nombre 5<br>abajo | Estero sin<br>Nombre 5 arriba | Río Aucayacu<br>arriba | Estero Sin<br>Nombre 2 arriba |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
|                                      | AF-9                            | AF-10                         | AF-11                  | AF-16                         |
| 5                                    | 0,035                           | 0,013                         | 0,030                  | 3,502                         |
| 10                                   | 0,030                           | 0,011                         | 0,026                  | 3,018                         |
| 15                                   | 0,027                           | 0,010                         | 0,024                  | 2,739                         |
| 20                                   | 0,025                           | 0,009                         | 0,021                  | 2,456                         |
| 25                                   | 0,023                           | 0,008                         | 0,020                  | 2,302                         |
| 30                                   | 0,022                           | 0,008                         | 0,019                  | 2,162                         |
| 35                                   | 0,020                           | 0,007                         | 0,018                  | 2,030                         |
| 40                                   | 0,019                           | 0,007                         | 0,016                  | 1,890                         |
| 45                                   | 0,018                           | 0,006                         | 0,015                  | 1,793                         |
| 50                                   | 0,017                           | 0,006                         | 0,015                  | 1,695                         |
| 55                                   | 0,016                           | 0,006                         | 0,014                  | 1,635                         |
| 60                                   | 0,016                           | 0,006                         | 0,013                  | 1,555                         |
| 65                                   | 0,015                           | 0,005                         | 0,013                  | 1,506                         |
| 70                                   | 0,014                           | 0,005                         | 0,012                  | 1,438                         |
| 75                                   | 0,014                           | 0,005                         | 0,012                  | 1,371                         |
| 80                                   | 0,013                           | 0,005                         | 0,011                  | 1,298                         |
| 85                                   | 0,012                           | 0,004                         | 0,010                  | 1,206                         |
| 90                                   | 0,011                           | 0,004                         | 0,009                  | 1,085                         |
| 95                                   | 0,008                           | 0,003                         | 0,007                  | 0,837                         |
| <b>Qmed</b>                          | <b>0,019</b>                    | <b>0,007</b>                  | <b>0,016</b>           | <b>1,893</b>                  |

Fuente: Envirotec Cia. Ltda., 2024

Las curvas de variación estacional (CVE) para el el Estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1 se incluyen en la Figura N° 4.3.34.

**FIGURA N° 4.3.34.- CAUDALES DE LA CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL EN EL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO HASTA AF-1 (M<sup>3</sup>/S)**



Fuente: Envirotec Cia. Ltda., 2024

Los caudales mínimos que corresponden a la probabilidad del 90%, se pueden presentar entre octubre y febrero. Mientras los caudales máximos en la época lluviosa entre mayo y julio.

Considerando los aforos o mediciones de campo de caudal se ha contrastado el modelo de caudales medios estimados en los sitios de interés.

Para el contraste se comparan los aforos realizados en el mes de junio de 2023 con los caudales de la curva de variación estacional con probabilidad del mes correspondiente.

Como se aprecia en el caso del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1, la medición realizada esta dentro del rango de los caudales estimados, la probabilidad de excedencia del aforo es del orden del 65%, por lo que se considera que el modelo de caudales medios adoptado es adecuado, pues la medición se ajusta al modelo razonablemente.

En el Anexo 3.1.6.D se incluyen las series de caudales medios mensuales estimados para cada sección de interés.

## ➤ Caudales Ecológicos

El caudal ecológico se define como aquel que mantiene el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial en condiciones naturales, a partir del cual, se asegura el buen estado de un curso de agua, la preservación del hábitat natural (flora y fauna) y de las funciones ambientales, tales como purificación de aguas, amortiguación de crecidas, recreación, pesca, energía, etc.

Para la determinación de los caudales ecológicos, a manera de referencia, se aplicó el método de Tennant, ampliamente usado en la ingeniería nacional, es decir, que el caudal ecológico será al menos el 10% del caudal medio anual.

En la Tabla N° 4.3.44 se resume el cálculo de los caudales ecológicos en los sitios de interés hidrológico del Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.44.- CAUDALES ECOLÓGICOS EN LOS SITIOS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88  
PERICO**

| Código | Nombre Subcuenca               | A<br>(km <sup>2</sup> ) | Caudal<br>medio<br>(m <sup>3</sup> /s) | Caudal<br>ecológico<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|--|--|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 1,385                                  | 0,139                                      |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 0,846                                  | 0,085                                      |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                    | 0,236                                  | 0,024                                      |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                    | 0,011                                  | 0,001                                      |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                    | 0,030                                  | 0,003                                      |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                   | 3,309                                  | 0,331                                      |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                    | 0,879                                  | 0,088                                      |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                    | 0,098                                  | 0,010                                      |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                   | 2,551                                  | 0,255                                      |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                    | 0,155                                  | 0,016                                      |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

## ➤ Usos y Aprovechamientos de Agua

Los caudales de usos o aprovechamientos de agua autorizados en las subcuencas de los sitios de interés se realizan considerando los registros del Banco Nacional de Autorizaciones, MAATE, 2020.

Se registran 74 autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua en las subcuencas de interés asociadas al Bloque 88 Perico. Que suman un caudal autorizado de 65 L/s aproximadamente.

La Tabla N° 4.3.45 incluye un resumen de la información del banco nacional de autorizaciones de MAATE, 2020.

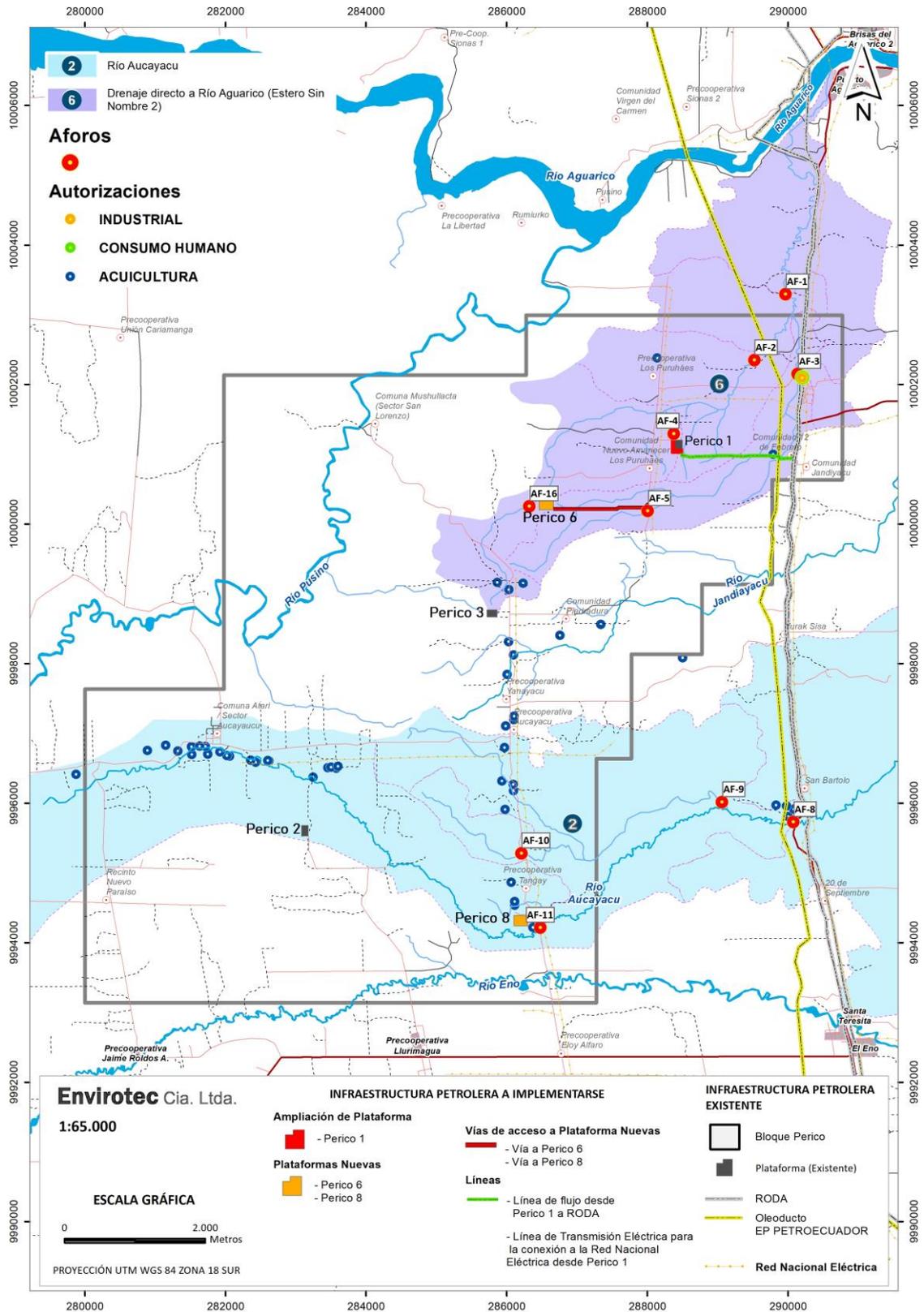
**TABLA N° 4.3.45.- AUTORIZACIONES DE USO Y APROVECHAMIENTO DE AGUA EN LAS SUBCUENCAS ASOCIADAS A LOS SITIOS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO**

| Uso de agua    | Caudal (L/s) | Número de Autorizaciones |
|----------------|--------------|--------------------------|
| ACUICULTURA    | 60.92        | 68                       |
| CONSUMO HUMANO | 2.79         | 5                        |
| INDUSTRIAL     | 0.92         | 1                        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>64.63</b> | <b>74</b>                |

Fuente: MAATE, 2020

La mayor cantidad de autorizaciones de aprovechamiento registradas y el mayor caudal autorizado corresponden a acuicultura, aunque es un uso no consuntivo, porque retorna el agua, pero su uso en esta actividad puede incorporar nutrientes al agua residuo de la alimentación de los peces. La Figura N° 4.3.35 muestra las autorizaciones en las subcuencas de interés del Bloque 88 Perico.

**FIGURA N° 4.3.35.- AUTORIZACIONES DE USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN LA  
SUBCUENCAS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO**



Elaborado: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La Tabla N° 4.3.46 incluye las autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua en las subcuencas de interés del Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.46.- TIPOS DE AUTORIZACIONES DE USO Y APROVECHAMIENTO**

| Código | Nombre Subcuenca               | Uso            | Caudal (l/s) | Número autorizaciones |
|--------|--------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | ACUICULTURA    | 0.48         | 1                     |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | ACUICULTURA    | 3.24         | 1                     |
|        |                                | CONSUMO HUMANO | 0.08         | 1                     |
|        |                                | INDUSTRIAL     | 0.92         | 1                     |
| AF-8   | Rio Aucayacu abajo             | ACUICULTURA    | 6.56         | 8                     |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | ACUICULTURA    | 4.94         | 5                     |
| AF-11  | Rio Aucayacu arriba            | ACUICULTURA    | 20.81        | 27                    |
|        |                                | CONSUMO HUMANO | 2.71         | 4                     |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | ACUICULTURA    | 2.76         | 3                     |

\*Los puntos de captación se detallan en el Capítulo 04 Descripción del Proyecto.

Fuente: MAATE, 2020

El principal uso de agua se ubica en las subcuencas del río Aucayacu.

En el Anexo 3.1.6.E, se incluyen los registros de las autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua para las subcuencas de interés.

### ➤ Caudales Máximos

Con el fin de evaluar los niveles de crecida en los sitios de interés de la red de drenaje se ha determinado los caudales máximos con período de retorno. La disponibilidad de información hidrológica es limitada; por lo que se aplica métodos indirectos para la estimación de los caudales máximos.

Para la estimación de los caudales máximos con período de retorno en los sitios de interés del Bloque 88 Perico, se han aplicado 2 metodologías:

1. Se aplica el método racional, las subcuencas tienen un área de drenaje menor a 5km<sup>2</sup>.
2. Para subcuencas mayores a 5 km<sup>2</sup>, se aplicó el método de hidrogramas unitarios sintéticos del Soil Conservation Service (SCS), para el cálculo de los caudales máximos.

Para la estimación de los caudales máximos se aplican métodos que se sustentan en información físico – geográfica de las subcuencas y también en información de eventos de lluvias intensas.

Así, se determinan los caudales máximos con períodos de retorno para las subcuencas de los sitios de interés asociados a las facilidades.

### **Duración de la tormenta**

Para la aplicación del método racional y del método de hidrogramas unitarios, se requiere definir la duración de la tormenta que genera la crecida.

Se define la duración de la tormenta con el propósito de determinar la intensidad máxima o la lámina de precipitación máxima asociada a dicha duración.

La duración de la tormenta se determinó como el promedio del tiempo de concentración en cada subcuenca.

Para cada una de las subcuencas analizadas, se calculó el tiempo de concentración, aplicando las siguientes ecuaciones<sup>12</sup>:

Kirpich

$$t_c = 0.0078 \cdot L_p^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

En donde:

$t_c$  - tiempo de concentración, (min);

$S$  - pendiente promedio del cauce principal, (m/m);

$L_p$  - longitud del cauce (pies); y,

Ventura

---

<sup>12</sup> Métodos para la determinación del tiempo de concentración ( $t_c$ ) de una cuenca hidrográfica, Universidad Politécnica de Valencia, Ibáñez, S. página 8.

$$T_c = a \frac{S^{0.5}}{i}, \text{ Siendo } 0.05 \leq a \leq 0.5$$
$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

En donde:

i= pendiente media del cauce principal (%),

S= área de la cuenca (km<sup>2</sup>),

L= longitud del cauce principal (km),

a= alejamiento medio

Témez

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.75}$$

En donde:

Tc - tiempo de concentración, (horas);

L - longitud del cauce principal, (km);

S<sub>0</sub> – diferencia entre H<sub>máx</sub> y H<sub>mín</sub> en cauce principal, (%);

Giandotti

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{25.3 \cdot \sqrt{S} \cdot L}$$

En donde:

Tc - tiempo de concentración, (horas);

L - longitud del curso de agua más largo, (km);

S - pendiente promedio del cauce principal, (m/m);

A - área de la cuenca, (km<sup>2</sup>);

La Tabla N° 4.3.47 incluye los tiempos de concentración estimados y la duración del evento de tormenta calculado para la determinación de los caudales máximos de las subcuencas de los sitios de interés asociadas al Bloque 88 Perico y a sus facilidades para explotación.

**TABLA N° 4.3.47.- TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN Y DURACIÓN DEL EVENTO DE  
TORMENTA**

| Código | Nombre Subcuenca               | A<br>(km <sup>2</sup> ) | Tc<br>Kirpich<br>(min) | Tc<br>Ventura<br>(min) | Tc<br>Témez<br>(min) | Tc<br>Giandotti<br>(min) | Promedio<br>(min) | Duración<br>(min) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 162                    | 459                    | 244                  | 374                      | 310               | <b>300</b>        |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 145                    | 371                    | 217                  | 317                      | 262               | <b>270</b>        |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                    | 95                     | 162                    | 153                  | 170                      | 145               | <b>150</b>        |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                    | 11                     | 14                     | 26                   | 51                       | 26                | <b>30</b>         |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                    | 22                     | 30                     | 47                   | 66                       | 41                | <b>45</b>         |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                   | 414                    | 930                    | 558                  | 663                      | 642               | <b>660</b>        |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                    | 116                    | 332                    | 183                  | 344                      | 244               | <b>240</b>        |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                    | 37                     | 70                     | 71                   | 134                      | 78                | <b>80</b>         |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                   | 321                    | 697                    | 448                  | 584                      | 512               | <b>540</b>        |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                    | 49                     | 150                    | 76                   | 216                      | 123               | <b>120</b>        |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### **Caudales Máximos para Áreas de Drenaje Menor a 5 km<sup>2</sup>**

Para estimar los caudales máximos, en áreas de drenaje menor, se aplicó el Método Racional, el cual toma en consideración las características de la subcuenca de drenaje, tanto en extensión, como en el tipo de suelo-cobertura mediante un coeficiente denominado de escorrentía, el tiempo de concentración, así como las características climáticas de la intensidad y duración de la lluvia.

Se tienen 8 drenajes de interés que presentan áreas de aporte menores a 5 km<sup>2</sup>.

La fórmula aplicada es:

$$Q = 0.278 c I A$$

Donde:

Q: caudal máximo (m<sup>3</sup>/s).

C: coeficiente de escurrimiento.

I: intensidad de la tormenta (mm/hora).

A: área de aportación de la subcuenca (km<sup>2</sup>).

La escorrentía pico calculada es una función de la lluvia promedio durante el tiempo de concentración. La intensidad de lluvia se asume constante durante toda la tormenta.

## **Coefficiente de Escurrimiento**

El coeficiente de escurrimiento es la relación entre la lámina de escurrimiento y la lámina de lluvia para la subcuenca de drenaje.

La escorrentía que alcanzará los drenajes depende del porcentaje de permeabilidad de las áreas de drenaje, de la pendiente, de la cobertura vegetal o uso del suelo, de la capacidad de retención de agua de la superficie, del tipo de suelo, etc. Superficies impermeables, tales como los pavimentos de asfalto o los techos de edificios, producirán una escorrentía de casi el ciento por ciento del volumen de precipitación caído en estas áreas.

La Tabla N° 4.3.48. presenta los valores de coeficientes, que dependen del uso del suelo en el área a ser drenada y del tipo de superficie, además del período de retorno.

**TABLA N° 4.3.48.- COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA DE REFERENCIA**

| Características de la Superficie  | Período de Retorno (años) |      |      |      |      |      |      |
|---|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2                         | 5    | 10   | 25   | 50   | 100  | 500  |
| <b>Áreas desarrolladas</b>  |                           |      |      |      |      |      |      |
| Asfalto   | 0,73                      | 0,77 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,95 | 1,00 |
| Concreto/Techo  | 0,75                      | 0,80 | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,97 | 1,00 |
| <b>Zonas Verdes (jardines, parques, etc.)</b>                               |                           |      |      |      |      |      |      |
| <b>Condición Pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>           |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%   | 0,32                      | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,47 | 0,58 |
| Promedio, 2 - 7%  | 0,37                      | 0,40 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,61 |
| Pendiente, superior a 7%  | 0,40                      | 0,43 | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,55 | 0,62 |
| <b>Condición Promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b> |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%   | 0,25                      | 0,28 | 0,30 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Promedio, 2 - 7%  | 0,33                      | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |
| Pendiente, superior a 7%  | 0,37                      | 0,40 | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,60 |
| <b>Condición Buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área)</b>            |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%   | 0,21                      | 0,23 | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,36 | 0,49 |
| Promedio, 2 - 7%  | 0,29                      | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,56 |
| Pendiente, superior a 7%  | 0,34                      | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,58 |
| <b>Áreas no desarrolladas</b>   |                           |      |      |      |      |      |      |
| <b>Áreas de cultivos</b>  |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%   | 0,31                      | 0,34 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,57 |
| Promedio, 2 - 7%  | 0,35                      | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,60 |
| Pendiente, superior a 7%  | 0,39                      | 0,42 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,61 |
| <b>Pastizales</b>   |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%   | 0,25                      | 0,28 | 0,30 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Promedio, 2 - 7%  | 0,33                      | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |

| Características de la Superficie | Período de Retorno (años) |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                  | 2                         | 5    | 10   | 25   | 50   | 100  | 500  |
| Pendiente, superior a 7%         | 0,37                      | 0,40 | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,60 |
| <b>Bosques</b>                   |                           |      |      |      |      |      |      |
| Plano, 0 - 2%                    | 0,22                      | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,48 |
| Promedio, 2 - 7%                 | 0,31                      | 0,34 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,56 |
| Pendiente, superior a 7%         | 0,35                      | 0,39 | 0,41 | 0,45 | 0,48 | 0,52 | 0,58 |

Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, 1984

Se definen los coeficientes de escorrentía, para las subcuencas de interés, una pendiente entre 2 y 7% de las subcuencas, y se ponderó en función de los diferentes usos del suelo. Los coeficientes de escorrentía adoptados para cada subcuenca se incluyen a continuación en la Tabla N° 4.3.49.

**TABLA N° 4.3.49.- COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA DE LAS ÁREAS DE DRENAJE**

| Código | Subcuenca                  | Área (km <sup>2</sup> ) | Uso de Suelo   | Periodo de Retorno (Años) |      |      |      |      |
|--------|----------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|------|------|------|------|
|        |                            |                         |                | 5                         | 10   | 25   | 50   | 100  |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo  | 2,47                    | Bosque y Palma | 0,36                      | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4        | 0,11                    | Bosque y Pasto | 0,35                      | 0,37 | 0,41 | 0,44 | 0,48 |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba | 0,32                    | Bosque         | 0,34                      | 0,36 | 0,4  | 0,43 | 0,47 |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba | 1,03                    | Bosque y Pasto | 0,35                      | 0,37 | 0,41 | 0,44 | 0,48 |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba | 1,62                    | Bosque y Pasto | 0,35                      | 0,37 | 0,41 | 0,44 | 0,48 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### **Intensidades Máximas de lluvia**

Para el cálculo de las intensidades máximas, se tomó en cuenta la duración de la tormenta crítica, que se considera que la duración es igual al tiempo de concentración.

A continuación, la Tabla N° 4.3.50, incluye los valores de intensidades máximas determinadas para las subcuencas de interés.

**TABLA N° 4.3.50.- INTENSIDADES MÁXIMAS CON PERIODO DE RETORNO PARA ÁREAS DE DRENAJE (MM/H)**

| Código | Subcuenca                  | Área (km <sup>2</sup> ) | Duración (min) | Periodo de Retorno (Años) |       |       |       |       |
|--------|----------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |                            |                         |                | 5                         | 10    | 25    | 50    | 100   |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo  | 2,47                    | 150            | 42,3                      | 46,3  | 51,1  | 54,4  | 57,5  |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4        | 0,11                    | 30             | 122,4                     | 133,9 | 147,7 | 157,2 | 166,2 |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba | 0,32                    | 45             | 103,6                     | 113,3 | 125,0 | 133,1 | 140,7 |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba | 1,03                    | 80             | 74,7                      | 81,7  | 90,1  | 95,9  | 101,4 |
| AF-13  | Estero sin Nombre 7        | 1,86                    | 210            | 31,2                      | 34,2  | 37,7  | 40,1  | 42,4  |

| Código | Subcuenca                  | Área (km <sup>2</sup> ) | Duración (min) | Período de Retorno (Años) |      |      |      |      |
|--------|----------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|------|------|------|------|
|        |                            |                         |                | 5                         | 10   | 25   | 50   | 100  |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba | 1,62                    | 120            | 51,8                      | 56,7 | 62,5 | 66,5 | 70,3 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda. 2024

### **Caudales Máximos con período de retorno para áreas de drenaje menor**

Aplicando el método racional se determinaron los caudales máximos con período de retorno, para cada una de las subcuencas de interés. La Tabla N° 4.3.51, presenta los valores de los caudales de crecida calculados.

**TABLA N° 4.3.51.- CAUDALES MÁXIMOS CON PERIODO DE RETORNO PARA ÁREAS DE DRENAJE MENOR (M<sup>3</sup>/S)**

| Código | Subcuenca                  | A (km <sup>2</sup> ) | Duración (min) | Período de Retorno (Años) |       |       |       |       |
|--------|----------------------------|----------------------|----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |                            |                      |                | 5                         | 10    | 25    | 50    | 100   |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo  | 2,47                 | 150            | 10,47                     | 12,10 | 14,75 | 16,82 | 19,36 |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4        | 0,11                 | 30             | 1,37                      | 1,58  | 1,93  | 2,21  | 2,55  |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba | 0,32                 | 45             | 3,12                      | 3,62  | 4,43  | 5,07  | 5,86  |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba | 1,03                 | 80             | 7,47                      | 8,64  | 10,56 | 12,06 | 13,92 |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba | 1,62                 | 120            | 8,15                      | 9,43  | 11,53 | 13,17 | 15,19 |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los caudales específicos máximos varían entre 2 y 22 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>, es decir, están dentro del rango esperado para áreas de drenaje pequeñas.

### **Caudales Máximos para Secciones con Áreas de Drenaje Mayores a 5 km<sup>2</sup>**

Para la determinación de los caudales de crecida se aplicó el modelo HEC HMS v.4.7.1, del US Corps of Engineers, para períodos de retorno (Tr) de 5, 10, 25, 50 y 100 años, aplicando el método del hidrograma unitario sintético del SCS.

El modelo hidrológico dentro del programa HEC HMS incluye los siguientes componentes:

**Componente 1. modelo de cuenca**, incluye las características físicas de las cuencas, el modelo de infiltración (SCS número de curva), la transformación de la precipitación efectiva en escorrentía y la forma del hidrograma de crecida (SCS hidrograma unitario sintético).

**Componente 2. modelo meteorológico**, que incluye los hietogramas con período de retorno, aplicando patrones de tormenta tipo Huff del segundo cuartil para considerar la distribución en el tiempo de los eventos de tormenta definidos.

**Componente 3. Control de tiempo**, define el periodo total de tiempo para modelación del hidrograma y el paso del tiempo del hidrograma ( $\Delta t$ ).

Se simplifica la modelación hidrológica a nivel de eventos de tormenta, con el fin de determinar los caudales e hidrogramas de las crecidas, para períodos de retorno ( $T_r$ ) de 2, 5, 10, 25, 50, y 100 años.

Para la estimación de los caudales máximos se realiza los siguientes pasos:

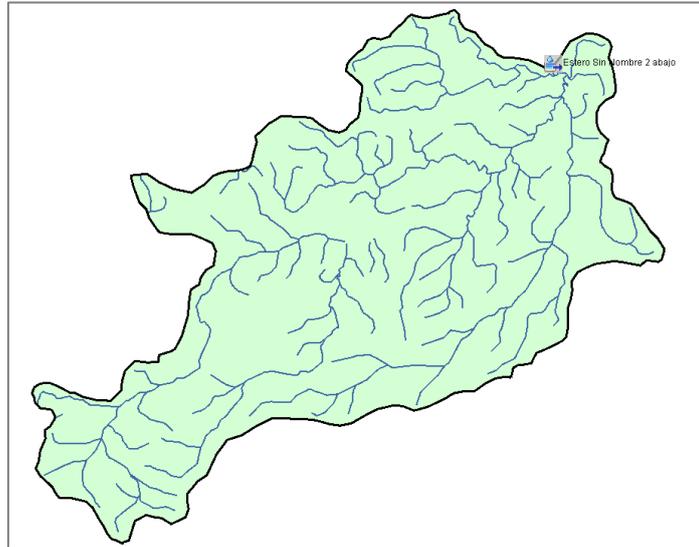
- Determinación del tiempo de concentración de las subcuencas y la duración de la tormenta crítica que genera el caudal de crecida.
- En base a la duración de la tormenta, y las curvas Intensidad-Duración-Período de retorno se establece la lámina de precipitación del evento de tormenta.
- Determinación del hietograma de precipitaciones máximas.
- Estimación del número de curva para establecer las perdidas por infiltración y la lluvia efectiva que produce caudal máximo.
- Cálculo del caudal máximo con período de retorno a través del hidrograma unitario sintético del SCS.

Se determinó el promedio del tiempo de concentración en cada subcuenca, para definir una aproximación de la duración del evento de tormenta crítica.

### **Esquemas de subcuencas para modelación**

Para la determinación de los caudales máximos con período de retorno, se define un modelo hidrológico de subcuenca para cada área de drenaje, el esquema de la subcuenca de estero Sin Nombre 2 abajo hasta el sitio AF-1 para la modelación hidrológica se presenta a continuación en la Figura N° 4.3.36 a manera de ejemplo.

**FIGURA N° 4.3.36.- ESQUEMA DE SUBCUENCA MODELO HEC HMS PARA EL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO EN AF-1**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**Precipitación máxima, duración de la tormenta y distribución temporal del evento**

La Tabla N° 4.3.52 resumen los tiempos de concentración obtenidos, para las subcuencas de interés.

**TABLA N° 4.3.52.- DURACIÓN DEL EVENTO DE TORMENTA PARA SUBCUENCAS A MODELAR**

| Código | Nombre Subcuenca               | A (km <sup>2</sup> ) | Promedio (min) | Duración (min) |
|--------|--------------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                | 310            | 300            |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                 | 262            | 270            |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                | 642            | 660            |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                 | 244            | 240            |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                | 512            | 540            |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Considerando las ecuaciones de intensidades máxima de lluvia para la zona 64 y la duración del evento de lluvia estimada en cada subcuenca analizada se han obtenido las láminas de precipitación de los eventos de tormenta, la Tabla N° 4.3.53, incluye los valores de la lámina de precipitación asociada a la duración y al período de retorno, estimados en base a las ecuaciones intensidad – duración – frecuencia de la estación base.

**TABLA N° 4.3.53.- LÁMINA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA DIFERENTES DURACIONES  
(MM)**

| Código | Nombre Subcuenca               | Duración<br>(min) | Período de Retorno TR (años) |       |       |       |        |
|--------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|        |                                |                   | TR 5                         | TR10  | TR25  | TR50  | TR 100 |
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 300               | 113,2                        | 123,9 | 136,6 | 145,4 | 153,8  |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 270               | 112,0                        | 122,6 | 135,2 | 143,9 | 152,2  |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 660               | 122,2                        | 133,7 | 147,5 | 157,0 | 166,0  |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 240               | 110,8                        | 121,2 | 133,7 | 142,3 | 150,5  |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 540               | 119,8                        | 131,1 | 144,6 | 153,9 | 162,8  |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Como modelo de distribución temporal de precipitación se adoptó las curvas de Huff del segundo cuartil.

### **Estimación del Número de curva**

Para la modelación de los procesos de infiltración y la generación de la precipitación efectiva que es la que genera caudal, se determinó el número de curva (NC), en función de la cartografía disponible de la cobertura vegetal y del tipo de suelos.

En base a la clasificación taxonómica de los suelos, descrita previamente, se determinó que los suelos de la zona de estudio corresponden principalmente a los grupos hidrológicos de suelo (GHS), B y D.

Se establecen las condiciones de humedad antecedente AMC, de la siguiente manera:

- AMCI Suelo seco sin llegar al punto de marchitez. Se utiliza cuando apenas se ha producido lluvia.
- AMCII Caso medio de avenidas anuales (promedio de las condiciones de humedad que se dan cuando se produce la avenida máxima anual)
- AMCIII Cuando se produjeron lluvias intensas o lluvias ligeras y temperaturas bajas, en los 5 días previos a la tormenta, y el suelo está prácticamente saturado.

La determinación de caudales máximos en el área del Bloque 88 Perico utilizó la condición de humedad antecedente media AMC II.

En la ponderación del Número de Curva, se han considerado los valores de NC del Manual Técnico de Referencia del programa HEC HMS (Marzo, 2000), que se incluye en la Tabla 2-2a del Apéndice A, <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm/cn-tables>.

La ponderación del número de curva en cada subcuenca se realiza aplicando la siguiente relación:

$$NC \text{ ponderado} = \frac{\sum A_i NC_i}{\sum A_i}$$

En donde:

$A_i$  = área de la subcuenca para la cobertura o uso del suelo  $i$  ( $km^2$ )

$NC_i$  = número de curva para la cobertura vegetal o uso de suelo  $i$

En la Tabla N° 4.3.54, se incluye a manera de ejemplo el valor de NC ponderado para el área de drenaje del río Aucayacu Abajo hasta el sitio AF-8, bajo condiciones de humedad medias AMCII.

**TABLA N° 4.3.54.- NÚMERO DE CURVA PONDERADO PARA LA SUBCUENCA DEL RÍO  
AUCAYACU ABAJO AF-8 – AMC II**

| Cobertura Vegetal                     | Tipo de Suelo GHS<br>Área ( $km^2$ ) |       | Numero de Curva<br>(NC) |    | Área * NC |        |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------------------|----|-----------|--------|
|                                       | B                                    | D     | B                       | D  | B         | D      |
| BOSQUE HUMEDO MEDIANAMENTE ALTERADO   | 7,981                                | 1,779 | 65                      | 82 | 518,75    | 145,86 |
| BOSQUE HUMEDO MUY ALTERADO            | 3,777                                | 2,519 | 73                      | 86 | 275,70    | 216,61 |
| CAÑA GUADUA O BAMBU                   | 0,015                                |       | 67                      | 85 | 1,00      | 0,00   |
| CACAO                                 | 1,387                                | 0,506 | 67                      | 85 | 92,95     | 43,03  |
| CACAO-CAFE                            | 0,134                                | 0,050 | 67                      | 85 | 9,01      | 4,24   |
| CACAO-PLATANO                         |                                      | 0,016 | 67                      | 85 | 0,00      | 1,38   |
| CAFE                                  | 0,392                                | 0,221 | 67                      | 85 | 26,25     | 18,78  |
| CENTRO POBLADO                        | 0,129                                | 0,004 | 98                      | 98 | 12,60     | 0,43   |
| MAIZ                                  | 0,375                                | 0,028 | 67                      | 85 | 25,10     | 2,41   |
| MALANGA                               | 0,130                                |       | 67                      | 85 | 8,70      | 0,00   |
| MATORRAL HUMEDO MEDIANAMENTE ALTERADO | 0,181                                |       | 56                      | 77 | 10,16     | 0,00   |
| MATORRAL HUMEDO MUY ALTERADO          | 1,349                                | 0,389 | 67                      | 83 | 90,36     | 32,32  |
| MATORRAL HUMEDO POCO ALTERADO         | 0,598                                |       | 56                      | 77 | 33,48     | 0,00   |

| Cobertura Vegetal                        | Tipo de Suelo GHS<br>Área (km <sup>2</sup> ) |       | Numero de Curva<br>(NC) |    | Área * NC |        |
|--|--|-------|-------------------------|----|-----------|--------|
|  | B  | D     | B                       | D  | B         | D      |
| MISCELANEO INDIFERENCIADO                | 0,386  |       | 67                      | 85 | 25,88     | 0,00   |
| PALMA AFRICANA                           | 0,000  |       | 67                      | 85 | 0,00      | 0,00   |
| PASTO CULTIVADO                          | 5,717  | 4,638 | 69                      | 84 | 394,44    | 389,58 |
| PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES | 1,336  | 0,307 | 65                      | 82 | 86,82     | 25,15  |
| PISCICOLA                                | 0,014  | 0,036 | 79                      | 89 | 1,09      | 3,23   |
| PLATANO                                  | 0,187  |       | 67                      | 85 | 12,50     | 0,00   |
| YUCA                                     | 0,019  | 0,040 | 67                      | 85 | 1,27      | 3,37   |
| <b>Número de curva ponderado</b>         | <b>72,5</b>                                  |       |                         |    |           |        |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La Tabla N° 4.3.55 presenta el número de curva determinado para cada subcuenca.

**TABLA N° 4.3.55.- NÚMERO DE CURVA PONDERADO PARA LAS ÁREAS DE DRENAJE-  
AMC II**

| Código | Nombre Subcuenca               | A<br>(km <sup>2</sup> ) | Numero de curva<br>NC II |
|--------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 82,6                     |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 82,4                     |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                   | 72,5                     |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                    | 80,3                     |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                   | 70,6                     |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### Caudal Base

De acuerdo con los datos de la estación H1133 Aguarico en Nueva Loja se tiene un caudal base o aporte subterráneo de 41 L/s/km<sup>2</sup>, como aporte medio. Se considera que durante la crecida el aporte subterráneo en época lluviosa en las subcuencas de interés algo menor considerando el área de aporte, se toma un caudal base de 30 L/s/km<sup>2</sup>.

Por tanto, en función del área de drenaje de las subcuencas de análisis se estima el caudal base. La Tabla N° 4.3.56, incluye el caudal base para las subcuencas de interés analizadas.

**TABLA N° 4.3.56.- CAUDAL BASE O APORTE SUBTERRÁNEO AL HIDROGRAMA DE CRECIDA  
EN LAS SUBCUENCAS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO**

| Código | Nombre Subcuenca               | A<br>(km <sup>2</sup> ) | Caudal Base<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 0,435                              |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 0,266                              |

| Código | Nombre Subcuenca          | A<br>(km <sup>2</sup> ) | Caudal Base<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| AF-8   | Río Aucayacu abajo        | 34,64                   | 1,039                              |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo | 9,20                    | 0,276                              |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba       | 22,85                   | 0,685                              |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### **Parámetros del modelo para el cálculo de caudales máximos**

En la Tabla N° 4.3.57, se resumen los parámetros considerados en el modelo HEC-HMS en el proceso de cálculo de los caudales máximos con período de retorno, para las subcuencas de los sitios de interés analizadas para el Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.57.- PARÁMETROS DEL MODELO HIDROLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS**

| Código | Nombre Subcuenca               | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | Duración<br>(min) | NC   | LagT<br>(min) | Caudal Base<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|------|---------------|------------------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                      | 300               | 82,6 | 186           | 0,435                              |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                       | 270               | 82,4 | 157           | 0,266                              |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                      | 660               | 72,5 | 385           | 1,039                              |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                       | 240               | 80,3 | 146           | 0,276                              |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                      | 540               | 70,6 | 307           | 0,685                              |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En donde: NC: número de curva condición media AMC II. LagT: tiempo de retardo del hidrograma, (min).

Además, se considera:

- $\Delta T$  del hietograma e hidrograma = 30, 60 y 120 min
- Lluvia incremental
- Pérdidas SCS Número de Curva
- Transformación SCS hidrograma unitario sintético
- Caudal base constante mensual

## Caudales máximos con período de retorno método del hidrograma unitario sintético del SCS

Los caudales máximos con período de retorno para las subcuencas de interés estimados a través del método de Hidrogramas Unitarios sintéticos del SCS se presentan en la Tabla N° 4.3.58.

**TABLA N° 4.3.58.- CAUDALES MÁXIMOS CON PERÍODO DE RETORNO EN ÁREAS DE DRENAJE MAYORES A 5 KM<sup>2</sup>**

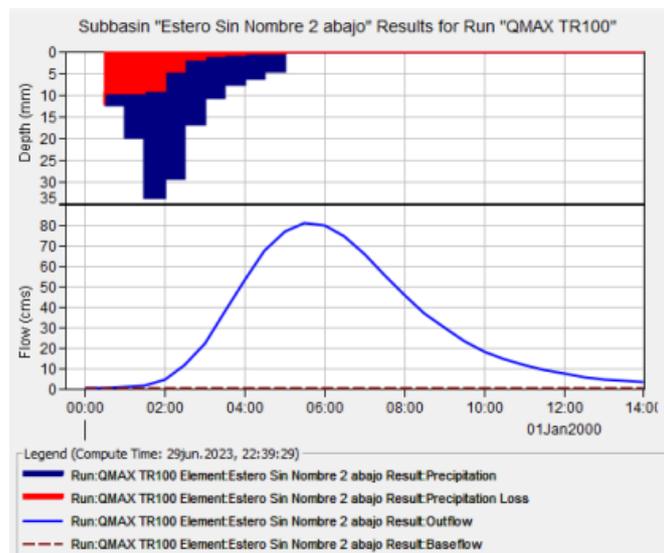
| Código | Nombre Subcuenca               | A (km <sup>2</sup> ) | Caudal Máximo con Período de Retorno (m <sup>3</sup> /s) |       |       |       |        |
|--------|--------------------------------|----------------------|--|-------|-------|-------|--------|
|        |                                |                      | TR5  | TR10  | TR25  | TR50  | TR 100 |
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                | 52,27  | 59,61 | 68,53 | 74,72 | 80,66  |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                 | 36,35  | 41,41 | 47,55 | 51,82 | 55,91  |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                | 48,69  | 56,68 | 66,61 | 73,62 | 80,17  |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                 | 37,50  | 43,03 | 49,75 | 54,44 | 58,95  |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                | 35,04  | 41,11 | 48,61 | 53,90 | 59,03  |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los caudales máximos específicos varían entre 0,6 y 6,4 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

La Figura N° 4.3.37, muestra el hidrograma de crecida para el Estero sin nombre 2 abajo (AF-1) para un período de retorno de 100 años.

**FIGURA N° 4.3.37.- HIDROGRAMA DE CRECIDA PARA EL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO HASTA (AF-1) (Tr = 100 AÑOS)**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La Tabla N° 4.3.59, resume los caudales máximos para todos los puntos de interés, para un período de retorno de 25 años.

**TABLA N° 4.3.59.- CAUDALES MÁXIMOS CON PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS PARA LAS SUBCUENCAS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO**

| Código | Nombre Subcuenca               | A (km <sup>2</sup> ) | Q máx TR25 (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                | 68,53                          |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                 | 47,55                          |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                 | 14,75                          |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                 | 1,93                           |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                 | 4,43                           |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                | 66,61                          |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                 | 49,75                          |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                 | 10,56                          |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                | 48,61                          |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                 | 11,53                          |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En el Anexo 3.1.6. F se incluye la metodología de determinación de Caudales Máximos para Secciones con Áreas de Drenaje Mayores a 5 km<sup>2</sup>, los resultados del programa HEC HMS para diferentes períodos de retorno.

#### ➤ Modelación Hidráulica – Niveles de Crecida

Se han evaluado los niveles del agua los sitios de interés para los caudales medios y para eventos de crecida de 25 años de período de retorno, considerando las secciones transversales de los cauces levantados durante la fase de campo y en algunos casos obtenidas del Modelo de Elevación Digital del terreno.

Para generar relaciones entre niveles y caudales de crecida, se realizó la modelación hidráulica aplicando la ecuación de Manning, en el programa Flow Máster. Considerando un modelo de flujo permanente y uniforme.

Para el cálculo, el programa utiliza la ecuación de Manning<sup>13</sup>:

$$Q = 1/\eta \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

<sup>13</sup> Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow, 1994. Cálculo de flujo uniforme, página 127.

Donde:

Q: Capacidad Hidráulica del canal ( $m^3/s$ ).

n: coeficiente de rugosidad de Manning.

A: Área de la sección Transversal ( $m^2$ ).

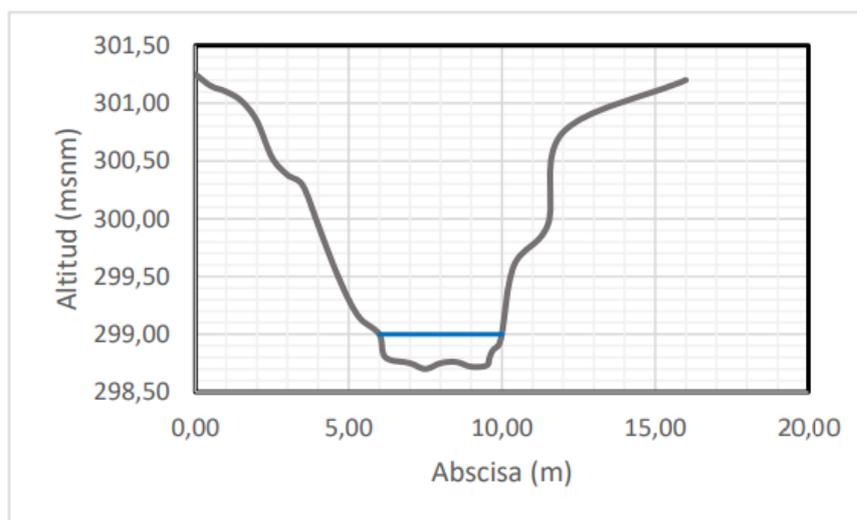
R: Radio hidráulico ( $m^2/m$ ).

S: Gradiente hidráulico (m/m).

Se calibraron los niveles del agua y la rugosidad del cauce con los datos de campo, para las 12 secciones de aforo.

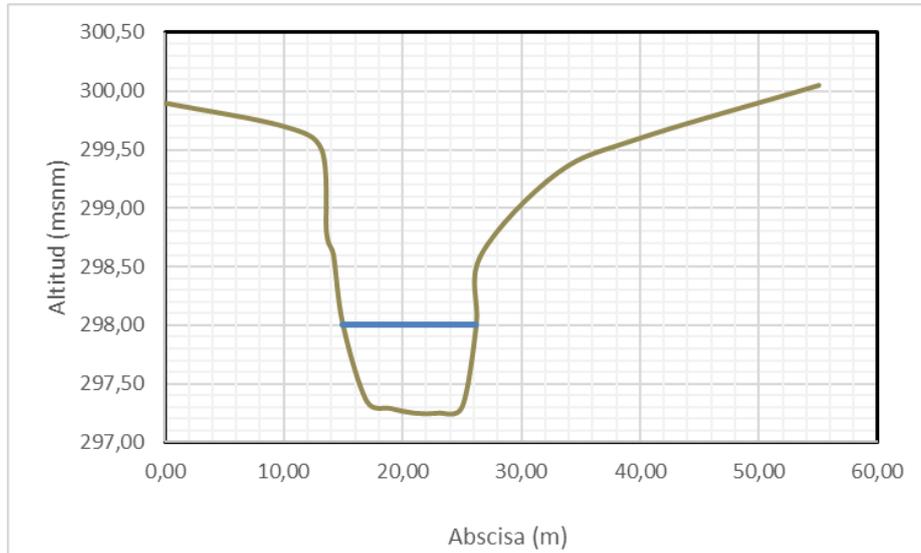
A continuación, la Figura N° 4.3.38 y la Figura N° 4.3.39 muestran a manera de ejemplo las secciones del Estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1 y del río Aucayacu abajo en AF-8, respectivamente.

**FIGURA N° 4.3.38.- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE DEL ESTERO SIN NOMBRE 2  
ABAJO EN AF-1**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.39.- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE DEL RÍO AUCAYACU ABAJO EN  
AF-8**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**Pendiente de cauce aguas abajo del tramo de análisis.**

La Tabla N° 4.3.60, presenta los valores de las pendientes de los cauces en el tramo aguas abajo de las secciones transversales de los puntos de control, consideradas en la calibración y la determinación de los niveles medios y de crecida.

**TABLA N° 4.3.60.- PENDIENTE LONGITUDINAL DE LOS CAUCES EN EL TRAMO DE INTERÉS**

| Código | Nombre Subcuenca               | A<br>(km <sup>2</sup> ) | S<br>(m/m) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 14,50                   | 0,0005     |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 8,86                    | 0,0006     |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 2,47                    | 0,0006     |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,11                    | 0,0028     |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,32                    | 0,0009     |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 34,64                   | 0,0006     |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 9,20                    | 0,0007     |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 1,03                    | 0,0015     |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 22,85                   | 0,0007     |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 1,62                    | 0,0143     |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

En el Anexo 3.1.6.G se presenta la metodología para el cálculo de niveles de crecida y los resultados del Flow Master para las microcuencas de interés.

## **Coefficiente de Rugosidad de Manning**

Considerando la información de las mediciones de campo se estimó el coeficiente de Manning para el cauce principal y la zona de inundación, calibrando así las condiciones hidráulicas de las secciones consideradas de interés. A continuación, en la Tabla N° 4.3.61, se resumen los valores de Manning adoptados.

En función del coeficiente de Manning estimado se determina luego los niveles medios y máximos.

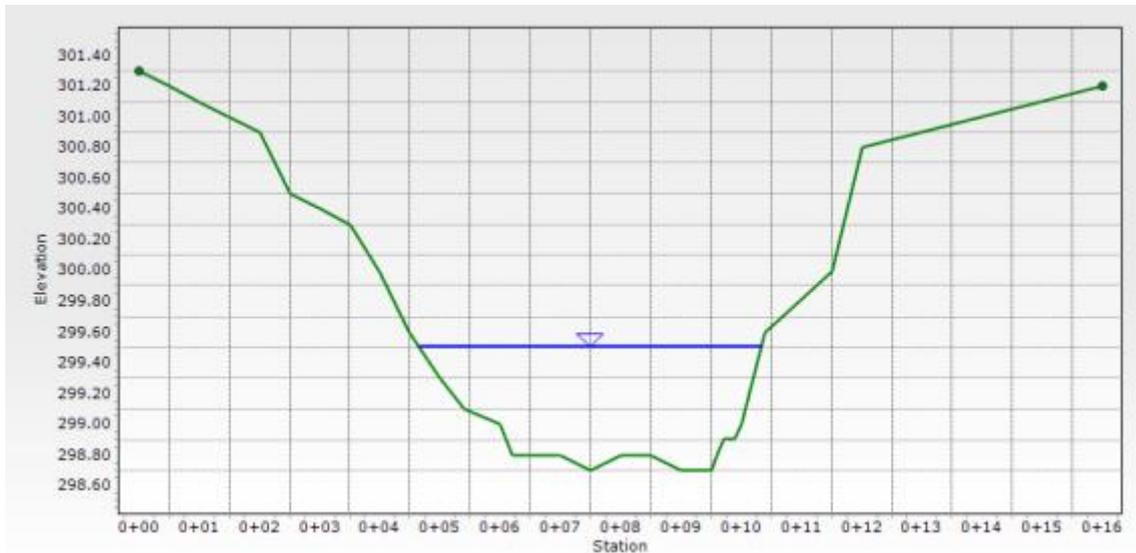
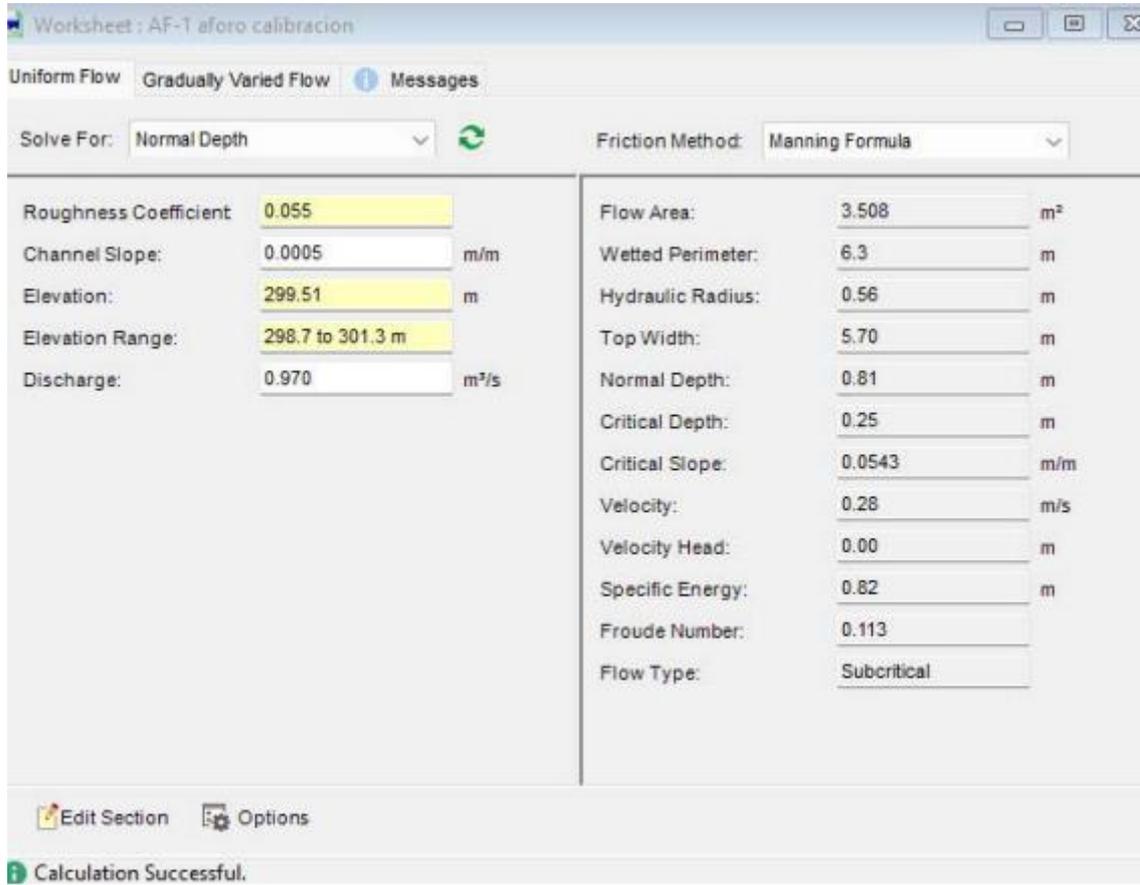
**TABLA N° 4.3.61.- CALIBRACIÓN COEFICIENTE DE MANNING PARA LOS CAUCES  
PRINCIPALES – AFOROS LÍQUIDOS**

| Código | Nombre Subcuenca           | Coefficiente de Manning (n) | Pendiente (m/m) | Caudal Aforo (m <sup>3</sup> /s) | Calado (m) | Área (m <sup>2</sup> ) | Velocidad Media (m/s) |
|--------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo  | 0,045                       | 0,0006          | 0,070                            | 0,30       | 0,445                  | 0,16                  |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4        | 0,040                       | 0,0028          | 0,014                            | 0,15       | 0,061                  | 0,23                  |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo         | 0,055                       | 0,0006          | 2,195                            | 0,75       | 6,840                  | 0,32                  |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo  | 0,055                       | 0,0007          | 0,782                            | 0,70       | 2,850                  | 0,27                  |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba | 0,050                       | 0,0015          | 0,266                            | 0,37       | 0,880                  | 0,30                  |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba | 0,055                       | 0,0143          | 0,308                            | 0,30       | 0,448                  | 0,69                  |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

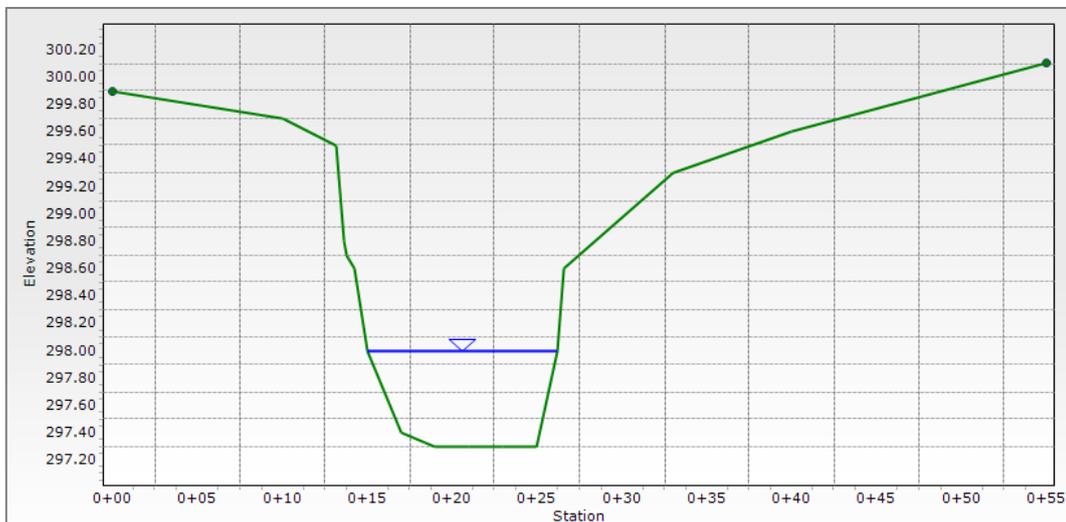
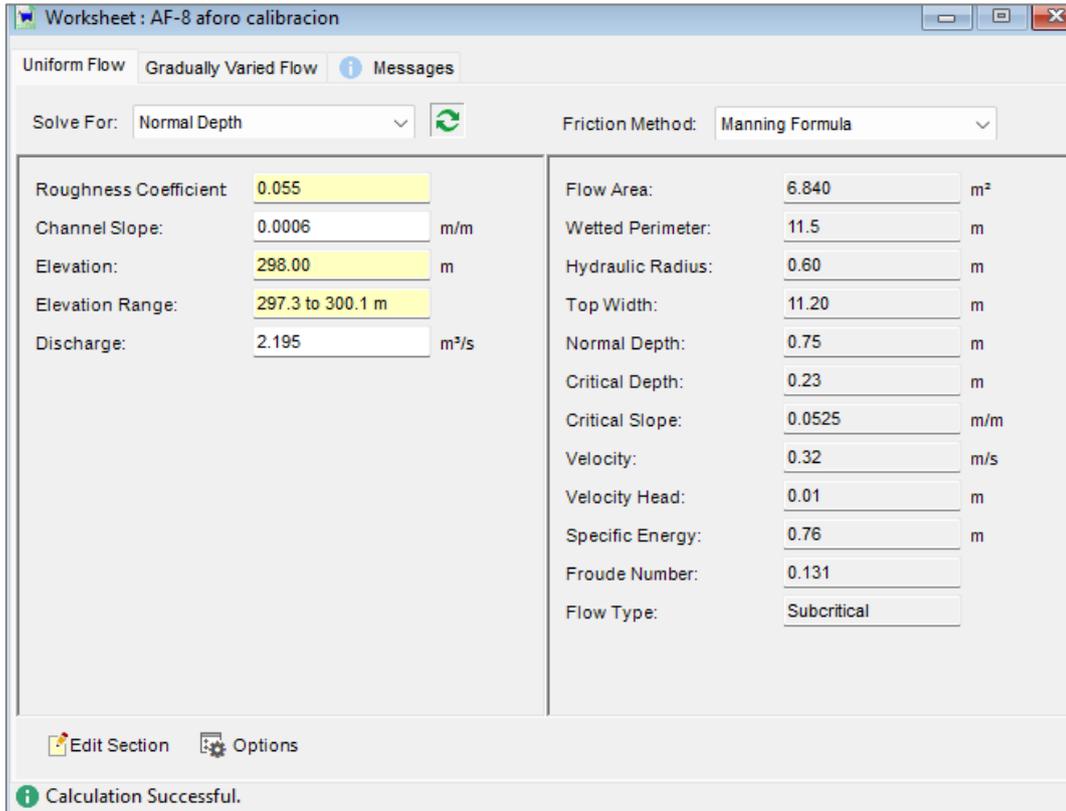
La Figura N° 4.3.40 y la Figura N° 4.3.41 muestran los resultados de calibración del Estero Sin Nombre 2 abajo hasta AF-1 y del río Aucayacu abajo en AF-8, respectivamente.

**FIGURA N° 4.3.40.- RESULTADOS DE FLOW MASTER CALIBRACIÓN DEL AFORO EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO EN AF-1**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.41.- RESULTADOS DE FLOW MASTER CALIBRACIÓN DEL AFORO EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL RÍO AUCAYACU ABAJO EN AF-8**



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### **Niveles medios**

La Tabla N° 4.3.62, presenta las características hidráulicas de los sitios de interés del Bloque 88 Perico, para la condición del caudal medio.

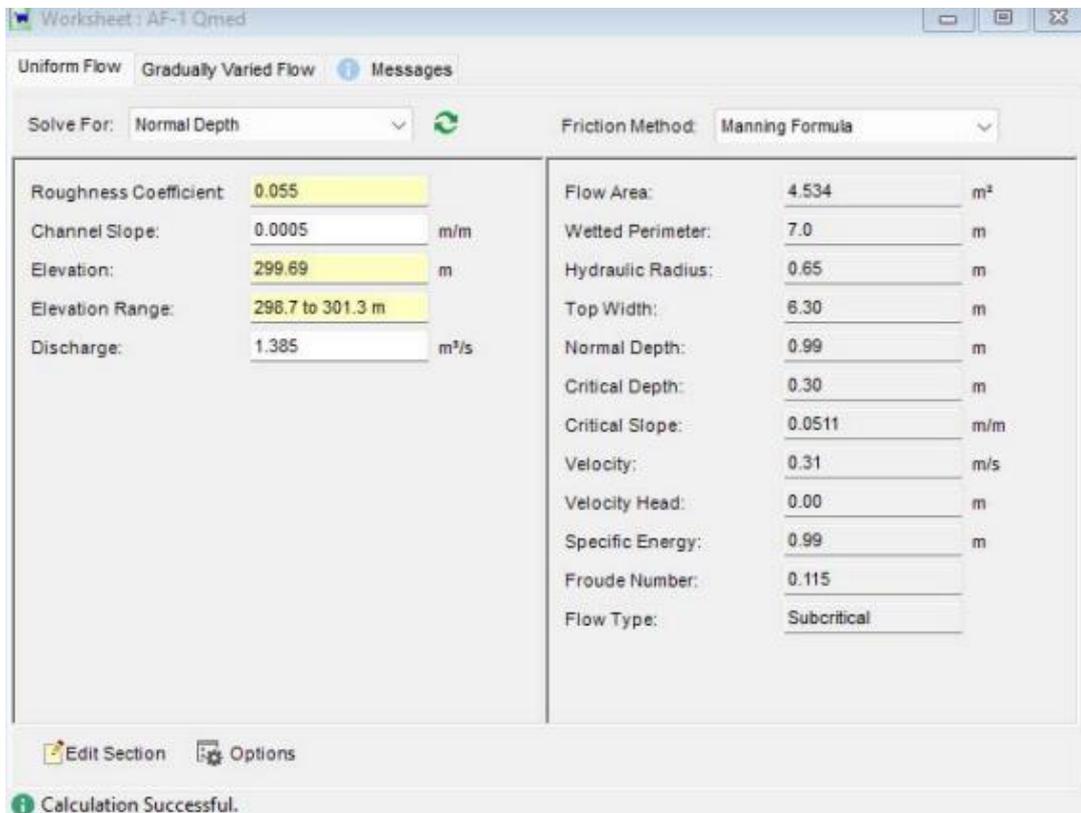
**TABLA N° 4.3.62.- NIVELES Y CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS EN LOS SITIOS DE INTERÉS  
DEL BLOQUE 88 PERICO PARA EL CAUDAL MEDIO**

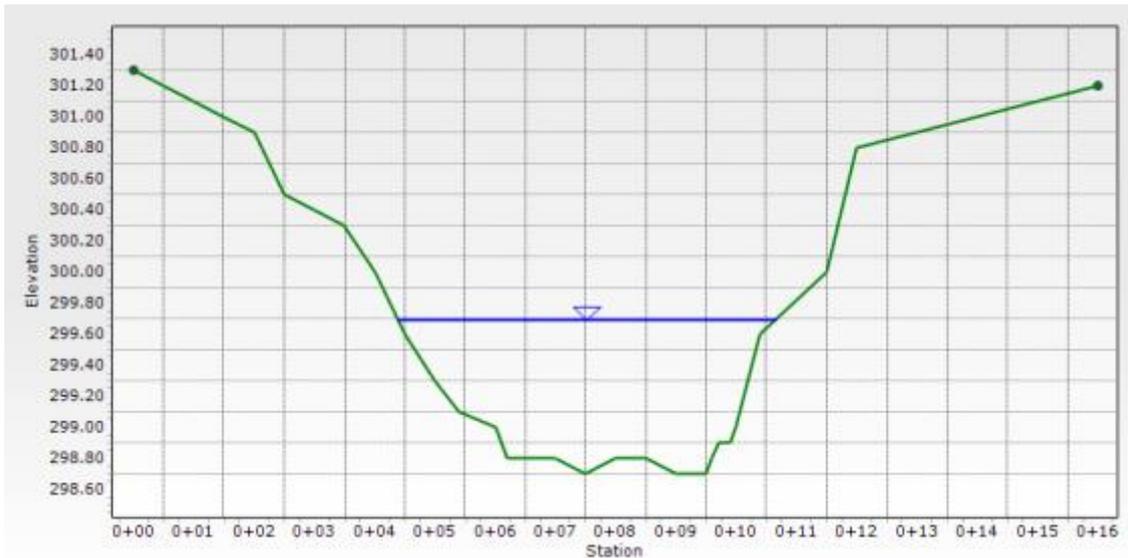
| Código | Nombre Subcuenca               | Coficiente de Manning n | Pendiente (m/m) | Caudal medio (m3/s) | Calado (m) | Área (m2) | Velocidad Media (m/s) |
|--------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|------------|-----------|-----------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 0,055                   | 0,0005          | 1,385               | 0,99       | 4,534     | 0,31                  |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 0,060                   | 0,0006          | 0,846               | 0,80       | 3,517     | 0,24                  |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 0,045                   | 0,0006          | 0,236               | 0,48       | 0,998     | 0,24                  |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,040                   | 0,0028          | 0,011               | 0,14       | 0,051     | 0,22                  |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,045                   | 0,0009          | 0,030               | 0,30       | 0,168     | 0,18                  |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 0,055                   | 0,0006          | 3,309               | 0,93       | 8,906     | 0,37                  |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 0,055                   | 0,0007          | 0,879               | 0,74       | 3,083     | 0,29                  |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 0,050                   | 0,0015          | 0,098               | 0,23       | 0,450     | 0,22                  |
| AF-11  | Río Aucayacu arriba            | 0,060                   | 0,0007          | 2,551               | 1,76       | 6,332     | 0,40                  |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba     | 0,055                   | 0,0143          | 0,155               | 0,23       | 0,280     | 0,55                  |

Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

La Figura N° 4.3.42 y la Figura N° 4.3.43 muestran los resultados para el caudal medio del Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1 y del caudal medio del río Aucayacu abajo en AF-8, respectivamente.

**FIGURA N° 4.3.42.- RESULTADOS DE FLOW MASTER DEL CAUDAL MEDIO EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO EN AF-1**





Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.43.- RESULTADOS DE FLOW MASTER DEL CAUDAL MEDIO EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL RÍO AUCAYACU ABAJO EN AF-8**

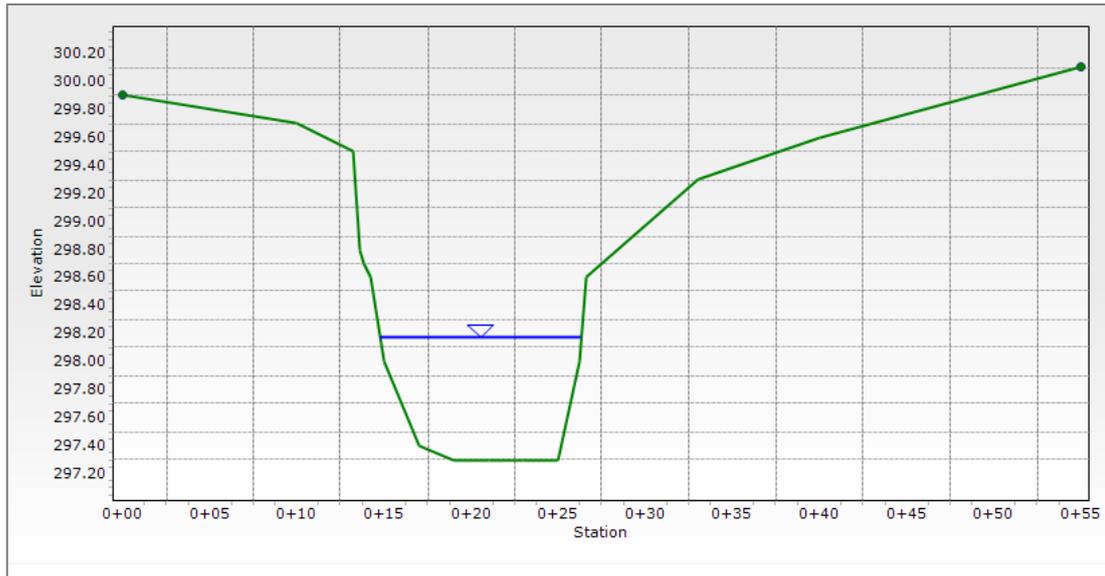
Worksheet : AF-8 Qmed

Uniform Flow  Gradually Varied Flow  Messages

Solve For: Normal Depth  Friction Method: Manning Formula

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Roughness Coefficient: 0.055       | Flow Area: 8.906 m <sup>2</sup> |
| Channel Slope: 0.0006 m/m          | Wetted Perimeter: 12.0 m        |
| Elevation: 298.18 m                | Hydraulic Radius: 0.74 m        |
| Elevation Range: 297.3 to 300.1 m  | Top Width: 11.56 m              |
| Discharge: 3.309 m <sup>3</sup> /s | Normal Depth: 0.93 m            |
|                                    | Critical Depth: 0.29 m          |
|                                    | Critical Slope: 0.0484 m/m      |
|                                    | Velocity: 0.37 m/s              |
|                                    | Velocity Head: 0.01 m           |
|                                    | Specific Energy: 0.94 m         |
|                                    | Froude Number: 0.135            |
|                                    | Flow Type: Subcritical          |

i Calculation Successful.



Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

### **Niveles de crecida periodo de retorno 25 años**

Una vez realizada la calibración de las diferentes secciones, se determinaron los niveles de crecida, las velocidades de flujo para los caudales máximos con período de retorno de 25 años, con el propósito de observar si ocurre el desbordamiento en caso de la ocurrencia de eventos extremos, que podrían afectar a infraestructura o facilidades próximas a los cauces.

En la Tabla N° 4.3.63 se resumen los niveles de crecida para un período de retorno de 25 años para las secciones de interés del Bloque 88 Perico.

**TABLA N° 4.3.63.- NIVELES Y CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS EN LOS SITIOS DE INTERÉS DEL BLOQUE 88 PERICO PARA EL CAUDAL MÁXIMO CON PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS**

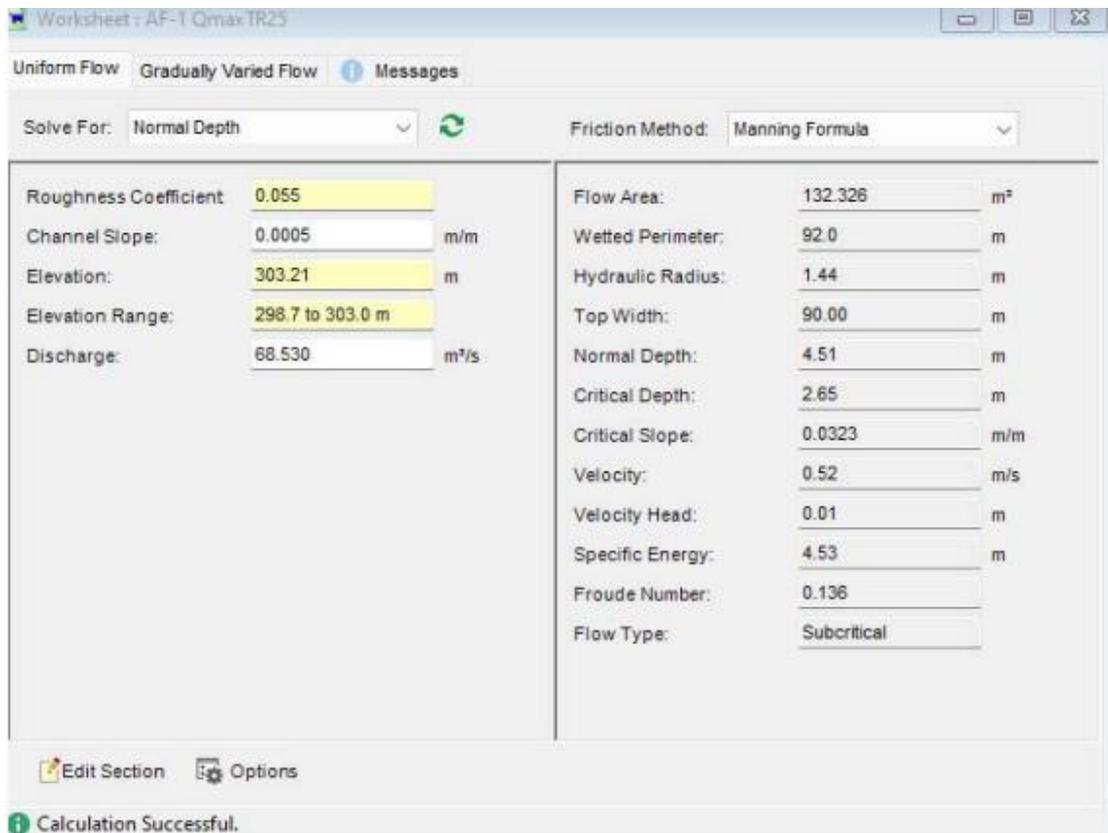
| Código | Nombre Subcuenca               | Coficiente de Manning<br>n | Pendiente<br>(m/m) | Caudal<br>Máximo<br>TR25<br>(m <sup>3</sup> /s) | Calado<br>(m) | Área<br>(m <sup>2</sup> ) | Velocidad<br>Media<br>(m/s) |
|--------|--------------------------------|----------------------------|--------------------|---|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| AF-1   | Estero Sin Nombre 2 abajo      | 0,055                      | 0,0005             | 68,53   | 4,51          | 132,326                   | 0,52                        |
| AF-2   | Estero Sin Nombre 2 intermedio | 0,060                      | 0,0006             | 47,55   | 3,13          | 114,162                   | 0,42                        |
| AF-3   | Estero Sin Nombre 3 abajo      | 0,045                      | 0,0006             | 14,75   | 3,37          | 21,356                    | 0,69                        |
| AF-4   | Estero Sin Nombre 4            | 0,040                      | 0,0028             | 1,93  | 0,92          | 2,706                     | 0,71                        |
| AF-5   | Estero Sin Nombre 3 arriba     | 0,045                      | 0,0009             | 4,43  | 1,50          | 10,018                    | 0,45                        |
| AF-8   | Río Aucayacu abajo             | 0,055                      | 0,0006             | 66,61   | 3,74          | 128,942                   | 0,52                        |
| AF-9   | Estero sin Nombre 5 abajo      | 0,055                      | 0,0007             | 49,75   | 4,27          | 92,757                    | 0,54                        |
| AF-10  | Estero sin Nombre 5 arriba     | 0,050                      | 0,0015             | 10,56   | 2,27          | 12,465                    | 0,85                        |

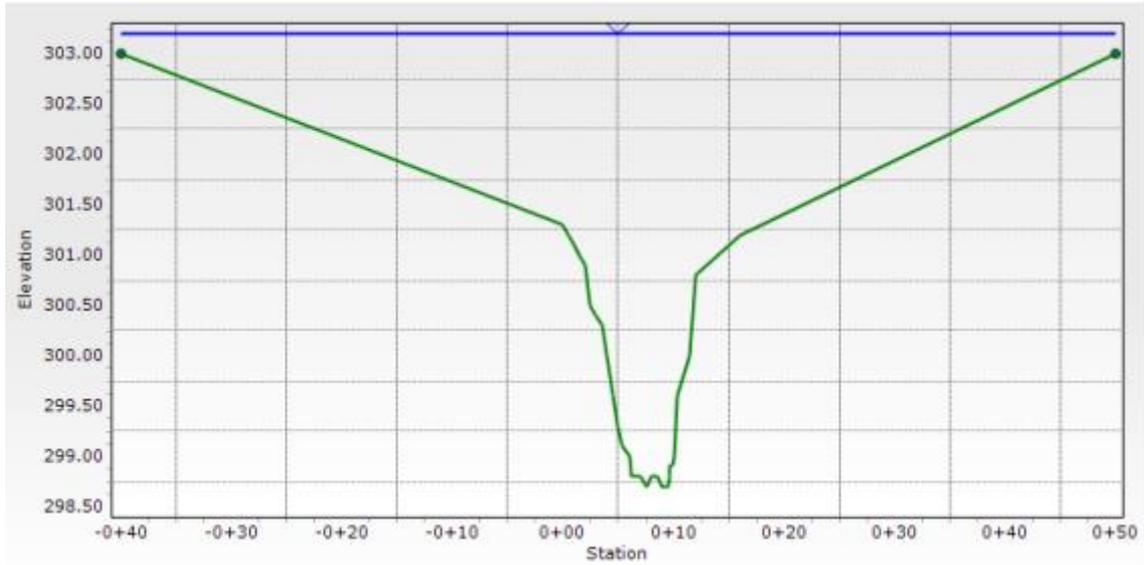
| Código | Nombre Subcuenca           | Coefficiente de Manning n | Pendiente (m/m) | Caudal Máximo TR25 (m <sup>3</sup> /s) | Calado (m) | Área (m <sup>2</sup> ) | Velocidad Media (m/s) |
|--------|----------------------------|---------------------------|-----------------|--|------------|------------------------|-----------------------|
| AF-11  | Río Aucayacu arriba        | 0,060                     | 0,0007          | 48,61                                  | 4,80       | 101,286                | 0,48                  |
| AF-16  | Estero Sin Nombre 2 arriba | 0,055                     | 0,0143          | 11,53                                  | 1,62       | 11,008                 | 1,05                  |

Fuente: Envirotec Cia. Ltda., 2024

La Figura N° 4.3.44 y la Figura N° 4.3.45 muestran los resultados para Estero Sin Nombre 2 abajo en AF-1 y el río Aucayacu abajo en AF-8, para el caudal máximo con período de retorno 25 años.

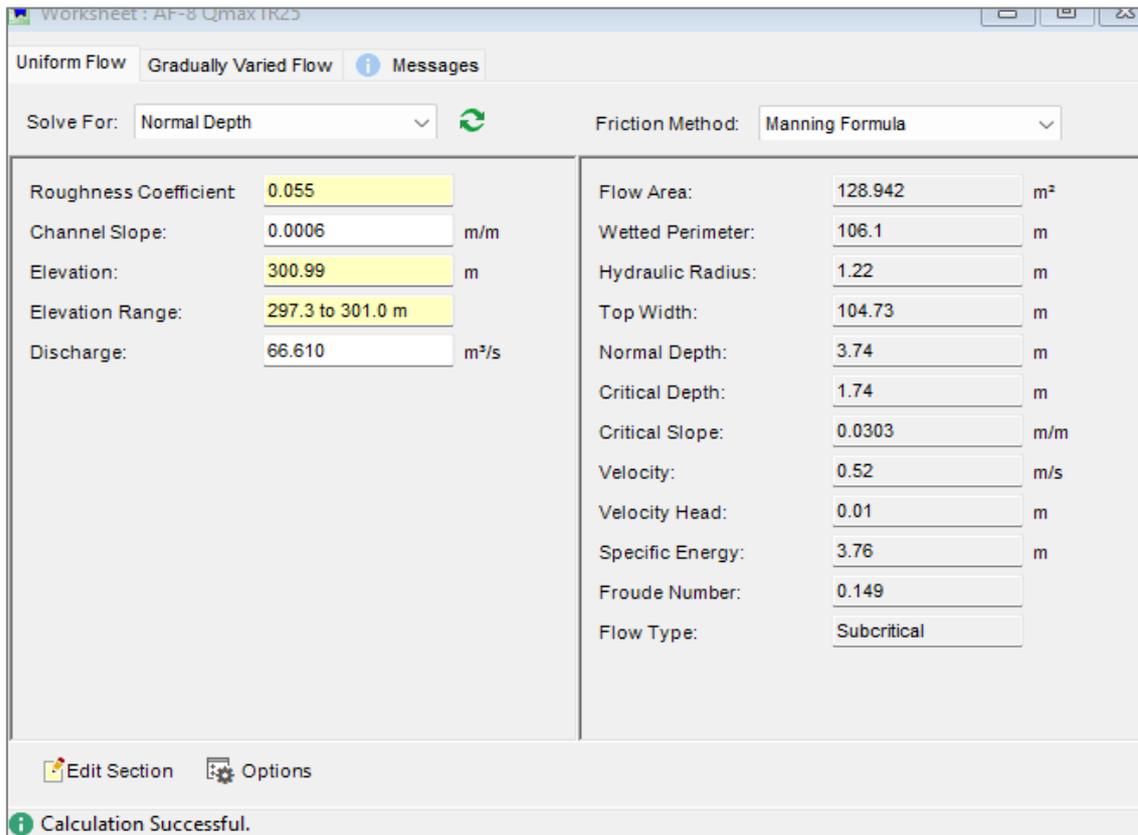
**FIGURA N° 4.3.44.- RESULTADOS DE FLOW MASTER DEL CAUDAL MÁXIMO TR25 EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ESTERO SIN NOMBRE 2 ABAJO EN AF-1**

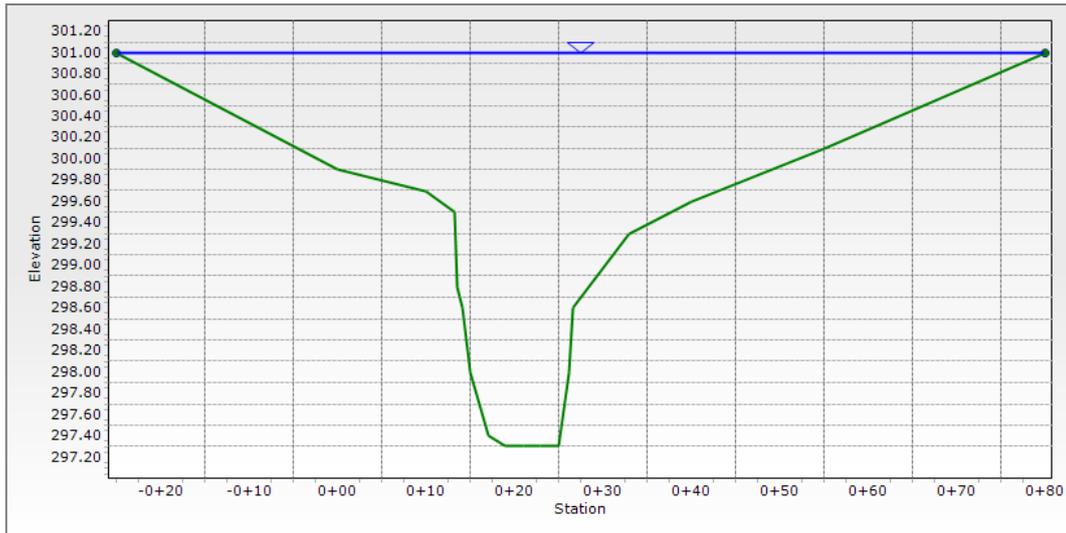




Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

**FIGURA N° 4.3.45.- RESULTADOS DE FLOW MASTER DEL CAUDAL MÁXIMO TR25 EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL RÍO AUCAYACU ABAJO EN AF-8**





Fuente: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Los caudales máximos con período de retorno estimados para el área del bloque determinan caudales específicos entre 1 y 8 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

Las velocidades de flujo en la zona en general son menores a 1 m/s. Determinadas por las bajas pendientes de los cauces, por la presencia de vegetación y troncos, por la sinuosidad de los cauces, etc. que restringen el movimiento del agua.

Las bajas pendientes de los cauces además de las bajas velocidades provocan elevados niveles en caso de crecidas.

Se han analizado los niveles de crecida de las secciones de interés, determinándose que, en el caso de crecidas de período de retorno de 25 años, los principales cauces, provocarán desbordamientos que podrían originar inundaciones, en zonas próximas a los cauces.

Se debe considerar zonas de seguridad de al menos 50 m o más en los cauces principales para evitar riesgos por efectos de crecidas y por otro lado el impacto hacia los cauces por la implantación de infraestructura de explotación.

### **4.3.9 Calidad de Agua**

#### **4.3.9.1 Metodología**

Con el fin de caracterizar la calidad del agua de los esteros y ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto, se realizó el respectivo muestreo, análisis y comparación de la calidad de agua en comparación con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente, tal como se explica en los párrafos subsiguientes.

Para la localización de las muestras de agua se realizó un trabajo de gabinete utilizando la cartografía, previo a la salida de campo, se identificaron los cauces representativos del proyecto (tomando en consideración la localización de la infraestructura a instalarse y sus alrededores) con el fin de conocer su calidad y estado actual. En campo se verificaron los lugares precisos de colección de muestras, se tomaron dieciséis (16) muestras de agua, con la finalidad de determinar el diagnóstico de línea base previo a la influencia de las instalaciones de facilidades para el Bloque 88 Perico. Además, se establecieron los principales usos que los pobladores dan a los cuerpos de agua (doméstico, abastecimiento de agua, agropecuario, preservación de flora y fauna, recreación, pesca, transporte), por lo cual también se realizó la toma de muestra de aguas de pozos o aguas subterráneas.

- Las muestras se tomaron del 16 al 22 de junio de 2023. La toma de muestras para análisis de parámetros físicos y químicos las realizó el laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, es relevante señalar que algunos de los parámetros analizados fueron tercerizados, ya que el laboratorio ALS Ecuador ALSECU S.A. no cuenta con acreditación para ciertos análisis específicos. (Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.8 Acreditación de Laboratorio) fueron frascos de vidrio color ámbar y plástico, los cuales estuvieron lavados y con el preservante de acuerdo con el parámetro a ser analizado.
- Una vez en el lugar de toma de la muestra, se realiza la toma de los siguientes datos: coordenadas, altitud, nombre de muestra, técnico que realiza la toma de muestra, de existir observaciones o hallazgos se registra, el sitio de muestreo, tipo de análisis a realizarse, fecha y hora de muestreo. Estos datos se reflejan en la correspondiente

cadena de custodia y en la etiqueta de cada frasco. Posteriormente se siguieron los siguientes procedimientos:

- Llenado del recipiente: El frasco se sumergió en el cuerpo hídrico en su totalidad, una vez lleno completamente se tapó el frasco, de tal forma que no se permite la introducción de aire en la muestra.
- Refrigeración de la muestra: Una vez tomada la muestra, se introdujo en el cooler para su posterior transporte y adicionalmente se llenó con refrigerantes (hielo), para mantener la muestra hasta su traslado y llegada a la ciudad de Quito.
- Rotulado: Cada frasco de muestra tenía una etiqueta en la cual se realizó la marcación de manera clara y permanente
- Transporte de muestras: El transporte de muestras se realizó en cooler térmico sellado y se envió por vía terrestre hasta Quito, una vez en la ciudad, se trasladó al laboratorio para su correspondiente análisis. Las cadenas de custodia están en: Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.9 Cadenas de Custodia.

El Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-163 emitido el 20 de junio de 2024 indica la norma bajo la que se realizaron los muestreos para evitar la contaminación cruzada de la siguiente manera:

*“Con la finalidad de garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados en el análisis de las muestras de aguas, ALS ECUADOR ALSECU S.A. ha desarrollado su procedimiento interno ‘‘POS-04 Toma de muestras de agua y suelo’’, mismo que se encuentra referenciado bajo normas específicas, las cuales aseguran la toma adecuada de muestras y evitan la contaminación cruzada. A continuación, se detallan las normas utilizadas: Normas Ecuatorianas: NTE INEN 2176:2013 "AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO": Esta norma ecuatoriana establece los métodos y técnicas específicas para la toma de muestras de agua en diferentes tipos de fuentes, como aguas superficiales, subterráneas, potables y residuales. La norma abarca aspectos como la selección de puntos de muestreo, la profundidad de muestreo, los equipos y materiales necesarios, y las técnicas de recolección de muestras para diversos parámetros. NTE INEN 2169:2013 "AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS": Esta norma ecuatoriana complementa la NTE INEN 2176:2013 y se*

*enfoca en el manejo y conservación adecuados de las muestras de agua recolectadas. La norma detalla los procedimientos para el transporte, almacenamiento, acondicionamiento y preservación de las muestras, considerando los parámetros a analizar y las condiciones ambientales. Normas Internacionales: Norma ISO 5667: Esta norma internacional proporciona una guía completa para el muestreo de agua en diversos entornos, incluyendo: Parte 3: Conservación y manipulación de muestras de agua: Esta parte establece los principios y prácticas para la correcta conservación y manipulación de las muestras de agua, desde su recolección hasta su análisis en el laboratorio, con el fin de preservar la integridad de los parámetros a analizar.*

*Parte 14: Orientación sobre garantía y control de calidad del muestreo y manipulación de agua ambiental: Esta parte se centra en los aspectos de garantía y control de calidad (GyC) del proceso de muestreo y manipulación de agua ambiental, incluyendo la planificación, implementación, evaluación y documentación de las actividades de GyC para asegurar la confiabilidad de los resultados.*

*La combinación de normas internacionales como la ISO 5667 y normas ecuatorianas específicas como la NTE INEN 2176:2013 y la NTE INEN 2169:2013, junto con la implementación de procedimientos rigurosos para evitar la contaminación cruzada, garantiza la calidad y confiabilidad de los resultados en el análisis de muestras de agua, permitiendo obtener información precisa sobre la calidad del agua en diferentes entornos.”*

Ver Anexo 3 Línea Base/3.1 Físico/3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.3 OFICIO 2024-163, ítem 4.

Siguiendo los procedimientos de custodia del Laboratorio y Envirotec las muestras ingresaron al laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., para los respectivos análisis. Ver Anexo 3.1.9 Cadenas de Custodia.

La toma de muestras de agua se realizó de acuerdo con el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.



**Fotografía N° 4.3.7.- Toma de la muestra de agua en MA-04**



**Fotografía N° 4.3.8.- Almacenamiento y etiquetado de muestras**



**Fotografía N° 4.3.9.- Muestreo de agua subterránea MAS-1**

#### 4.3.9.2 Resultados

Con el fin de establecer las características físico-químicas y bacteriológicas de los cursos de agua se tomaron las siguientes muestras:

**TABLA N° 4.3.64.- PUNTOS MUESTRAS DE AGUA**

| Código | *Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Norte |           | Coordenadas<br>WGS 84 UTM Z18 Sur |           | Microcuenca | Fecha      |
|--------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------|------------|
|        | Este (m)                             | Norte (m) | Este (m)                          | Norte (m) |             |            |
| MA-1   | 290010                               | 1668      | 290010                            | 10001668  | R. Aguarico | 16/05/2023 |
| MA-2   | 288308                               | 1608      | 288308                            | 10001608  | R. Aguarico | 17/05/2023 |
| MA-3   | 288639                               | 1312      | 288639                            | 10001312  | R. Aguarico | 17/05/2023 |
| MA-4   | 288545                               | 850       | 288545                            | 10000850  | R. Aguarico | 16/05/2023 |
| MA-5   | 289283                               | 832       | 289283                            | 10000832  | R. Aguarico | 16/05/2023 |
| MA-6   | 287219                               | 344       | 287219                            | 10000344  | R. Aguarico | 18/05/2023 |
| MA-7   | 286271                               | 211       | 286271                            | 10000211  | R. Aguarico | 18/05/2023 |
| MA-8   | 286734                               | 9999796   | 286734                            | 9999796   | R. Aguarico | 18/05/2023 |
| MA-9   | 285977                               | 9999131   | 285977                            | 9999131   | R. Aguarico | 20/05/2023 |
| MA-18  | 285128                               | 9997053   | 285128                            | 9997053   | R. Aucayacu | 20/05/2023 |
| MA-20  | 285831                               | 9994571   | 285831                            | 9994571   | R. Aucayacu | 22/05/2023 |
| MA-21  | 286465                               | 9994203   | 286465                            | 9994203   | R. Aucayacu | 22/05/2023 |
| MA-22  | 287196                               | 9995178   | 287196                            | 9995178   | R. Aucayacu | 22/05/2023 |

Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023.

\*Coordenadas de acuerdo al informe de laboratorio (Anexo 3.1.2 Agua)

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Para determinar la calidad y estado de las aguas, se tomó como referencia únicamente los parámetros que aplican para la actividad hidrocarburífera y se comparó con la Tabla 2, Anexo 1 del A.M 097A, que establece los “Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios”<sup>14</sup>.

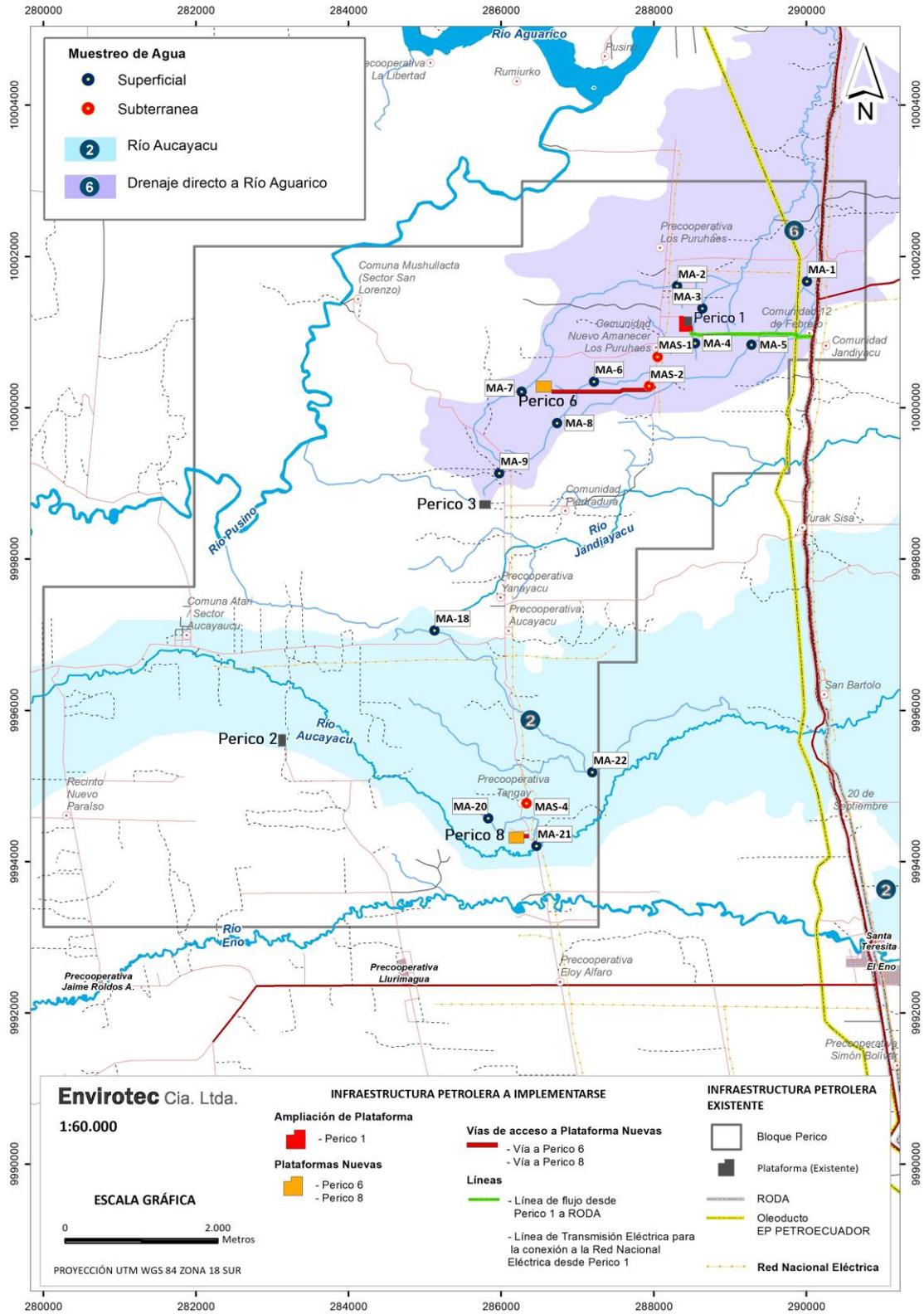
En el caso de los puntos MA-8 y MA-21, donde los señores Vicente Gerardo Avalo Olalla y Polivio Heriberto Córdova Tapia, respectivamente, indicaron durante las entrevistas realizadas en la etapa de campo que obtienen agua para sus viviendas de ríos, vertientes, acequias o canales y la utilizan para consumo humano, es importante señalar que estas personas se encuentran aguas arriba de los puntos donde se realizó la muestra. Por lo tanto, en caso de que se presentara alguna contingencia, no se verían directamente afectadas. No obstante, debido al uso que hacen de las vertientes, se realizó una comparación con los datos presentados en la Tabla 1, que detalla los “Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico”, así como en la Tabla 2 del Anexo 1 del A.M. 097A. Estas muestras fueron tomadas el dos de septiembre de 2024.

Los resultados de los puntos comparados únicamente con la Tabla 2 de la normativa se presentan en la Tabla N° 4.3.65. Por otro lado, la Tabla N° 4.3.66 muestra los resultados de los puntos MA-8 y MA-21 comparados con las Tablas 1 y 2 del A.M. 097A. La Figura N° 4.3.46 ilustra la ubicación de los sitios de muestreo de agua (Ver Anexo Cartográfico 14\_MAPA\_DE\_MUESTREO\_AGUA).

---

<sup>14</sup> Se ha optado por utilizar la Tabla 2 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A como base de análisis, ya que los afluentes considerados en este estudio son cuerpos de agua dulce superficiales. Este análisis forma parte de un diagnóstico ambiental cuyo objetivo es caracterizar las condiciones actuales de los cuerpos de agua en el área de implementación del proyecto, de manera que la operadora pueda conservar su estado y preservar la biodiversidad acuática y silvestre. La Tabla 2, que define los criterios de calidad admisibles para la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, es la más adecuada para este fin. Además de que estas aguas no son usadas para consumo humano y doméstico a excepción de dos residentes que utilizan el agua de estos ríos/vertientes/acequias/canales para consumo humano, para estos casos se ha realizado una comparación con ambas tablas del Anexo 1: la Tabla 1, que establece los “criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico”, y la Tabla 2, que define los “criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

**FIGURA N° 4.3.46.- UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DE AGUA**



Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

**TABLA N° 4.3.65.- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS (TABLA 2 ANEXO 1 AM 097-A)**

| Código Laboratorio                          |  | 45248-2 | 45580-2 | 45580-1 | 45248-3 | 45248-1 | 46174-2 | 46174-3 | 47682-1 | 47682-4 | 47241-1 | 47241-3 |
|---|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Parámetros                                  | Criterio de Calidad Anexo 1 AM 097-A Tabla 2 | MA-1    | MA-2    | MA-3    | MA-4    | MA-5    | MA-6    | MA-7    | MA-9    | MA-18   | MA-20   | MA-22   |
| Temperatura (en sitio)                      | -  | 28,1    | 27,9    | 26,9    | 26,7    | 25,5    | 29,6    | 30,5    | 25,7    | 26,5    | 27      | 29,9    |
| Conductividad (en sitio)                    | -  | 31,7    | 27,9    | 21,8    | <20,0   | 23,5    | 28,9    | 33,7    | 43,1    | 102,5   | 21,5    | 87,3    |
| Coliformes Fecales (E. Coli) (NMP/100 ml)   | -  | 34      | 110     | 79      | 240     | 23      | 79      | 130     | 17      | 33      | 240     | 33      |
| Amonio (mg/l)                               | --   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   | <0,32   |
| Bario (mg/l)                                | 1  | 0,017   | 0,023   | 0,022   | 0,015   | 0,020   | 0,013   | 0,014   | 0,012   | 0,015   | 0,018   | 0,011   |
| Cadmio(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  |
| Cromo (mg/l)                                | 0,032  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  | <0,020  |
| TPH (mg/l)                                  | 0,5  | <0,15   | <0,15   | <0,15   | <0,15   | <0,15   | <0,15   | <0,15   | 0,16    | <0,15   | <0,15   | 0,4     |
| Níquel (mg/l)                               | 0,025  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  |
| Plomo (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  |
| Vanadio (mg/l)                              | -  | 0,01    | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  | <0,010  |
| pH (en sitio)                               | 6,5-9  | 6,09    | 5,68    | 5,62    | 6,21    | 5,58    | 5,36    | 6,18    | 6,11    | 6,81    | 5,98    | 6,93    |
| Tensoactivos (Detergentes Aniónicos) (mg/l) | 0,5  | 0,12    | 0,25    | 0,1     | 0,13    | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   | <0,10   |
| DBO <sub>5</sub> (mg/l)                     | 20   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   | <4,75   |
| DQO (mg/l)                                  | 40   | <10,0   | <10,0   | <10,0   | <10,0   | 15,4    | <10,0   | <10,0   | <10,0   | <10,0   | <10,0   | <10,0   |
| 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  |
| Oxígeno por Saturación (%)                  | > 80 %                                       | 89,6    | 99,5    | 99,3    | 104,9   | 84,3    | 90,7    | 98,9    | 91,6    | 89,7    | 92,4    | 82,2    |

\*Nota: Los ensayos Oxígeno por Saturación se tercerizó al Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA./Acreditación N° SAE LEN 13-006 (Ver Anexo 3.1.8 Acreditación de Laboratorio /3.1.8.3 ANAVANLAB)

Fuente: Resultados Laboratorios ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023

\*Los ensayos de Oxígeno por Saturación corresponden a Oxígeno Disuelto en base a la justificación emitida por el Laboratorio mediante Oficio-2024-031. Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificación Lab, 3.1.11.1 OFICIO 2024-031, Ítem 4; Anexo 3.1.11.5 Anexo 1 pág. 12 y Anexo 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones ítem Oxígeno de Saturación.

Elaborado por: Envirotec Cia. Ltda., 2024

Anexo 1 AM 097-A. TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

**TABLA N° 4.3.66.- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS**  
**(TABLA 1 Y 2 DEL ANEXO 1 AM 097-A)**

| Parámetros   | Código Laboratorio                  |         | 46174-4 | 47241-2 |
|--|-------------------------------------|---------|---------|---------|
|  | Criterio de Calidad Anexo 1 AM 097A |         | MA-8    | MA-21   |
|  | Tabla 1                             | Tabla 2 |         |         |
| Temperatura (en sitio)                             | -                                   | -       | 29,3    | 29,2    |
| Conductividad (en sitio)                           | -                                   | -       | 32,5    | 123,5   |
| Coliformes Fecales (E. Coli) (NMP/100 ml)          | 1000                                | -       | 350     | 350     |
| <b>Amonio (mg/l)</b>                               | --                                  | --      | <0,32   | <0,32   |
| Bario (mg/l)                                       | 1                                   | 1       | 0,012   | 0,013   |
| Cadmio(mg/l)                                       | 0,02                                | 0,001   | <0,001  | <0,001  |
| Cromo (mg/l)                                       | 0,05                                | 0,032   | <0,020  | <0,020  |
| TPH (mg/l)   | 0,2                                 | 0,5     | <0,15   | 0,47    |
| <b>Níquel (mg/l)</b>                               | -                                   | 0,025   | <0,010  | <0,010  |
| Plomo (mg/l)                                       | 0,01                                | 0,001   | <0,001  | <0,001  |
| <b>Vanadio (mg/l)</b>                              | -                                   | -       | <0,010  | <0,010  |
| pH (en sitio)                                      | 6-9                                 | 6,5-9   | 6,38    | 7,19    |
| <b>Tensoactivos (Detergentes Aniónicos) (mg/l)</b> | -                                   | 0,5     | <0,10   | <0,10   |
| DBO <sub>5</sub> (mg/l)*                           | <2                                  | 20      | 5,61    | <2,00   |
| DQO (mg/l)*  | <4                                  | 40      | 16,85   | 7,1     |
| <b>Fenoles (mg/l)</b>                              | -                                   | 0,001   | <0,001  | <0,001  |
| <b>Oxígeno por Saturación (%)*</b>                 | -                                   | > 80 %  | 106,7   | 112,2   |

\* Los ensayos Oxígeno por Saturación se tercerizó al Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA./Acreditación N° SAE LEN 13-006

\* El ensayo Demanda Bioquímica de Oxígeno se tercerizó al Laboratorio LABANNKY CIA. LTDA./ Acreditación N° SAE LEN 18-014.

\*El ensayo Demanda Química de Oxígeno se tercerizó al Laboratorio GUIJARRO LASA S.A./ Acreditación N° SAE LEN 06-002. (Ver Anexo 3.1.8 Acreditación de Laboratorio)

\*Los ensayos de Oxígeno por Saturación corresponden a Oxígeno Disuelto en base a la justificación emitida por el Laboratorio mediante Oficio-2024-031. Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificación Lab, 3.1.11.1 OFICIO 2024-031, Ítem 4; Anexo 3.1.11.5 Anexo 1 pág. 12 y Anexo 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones ítem Oxígeno de Saturación.

Nota: Los ensayos de DBO<sub>5</sub> y DQO se realizaron el dos de septiembre para compararlos con la Tabla 1 debido al uso que 2 pobladores les dan en estos puntos tal como se explica en el párrafo 2 de la pág. 142.

Fuente: Resultados Laboratorios ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023-2024

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Anexo 1 AM 097-A Límites permisibles TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

Anexo 1 AM 097-A. TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

Cabe mencionar que el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-031 emitido el 01 de febrero de 2024 con respecto al uso del símbolo (<) en los resultados de los parámetros HAP's, Hidrocarburos y Cadmio aclara lo siguiente “ Como cumplimiento del “Criterio General CRGA041 Utilización del símbolo de acreditación SAE y referencia a la condición de acreditado”, los laboratorios de ensayo debido a que mantenemos nuestra acreditación con el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE debemos reportar los resultados de

*manera que se haga notar el rango acreditado. Para el caso de resultados menores al límite de reporte (LR) se deben colocar con el símbolo < a fin de hacer notar que con nuestro método no podemos reportar valores menores a lo validado y acreditado; si se reportaran de esa manera en ese momento estaríamos proporcionando un resultado fuera de acreditación. Si los resultados se reportan como <LR; el parámetro entra dentro del conteo para el uso del símbolo del SAE y no afecta la condición de acreditado".* Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.1 OFICIO 2024-031/Ítem 1.

Para complementar lo detallado en el párrafo anterior, *es indispensable dar a conocer que los rangos acreditados en cada uno de los laboratorios de ensayo y en especial ALS se han solicitado tomando como referencia límites permisibles establecidos en las normas vigentes. Analíticamente, toda medición físico química al realizarse con equipos siempre va a tener un límite de reporte que va a estar asociado a la sensibilidad de los equipos.* Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.1 OFICIO 2024-031/Ítem 3, párrafo 2.

Adicional el laboratorio menciona: *"los laboratorios acreditados trabajamos en rangos de validación (x1 a x2 mg/l), los mismos que al ser evaluados por el SAE si no tienen alguna objeción y cumplen con criterios de calidad pasan a ser acreditados. En ese rango, el valor más bajo, de acuerdo al ejemplo XI se lo considera como Límite de Reporte (LR). Si un resultado sale bajo el límite indicado, como cumplimiento a los criterios para el uso del sello del SAE, debemos reportarlos como menores."* Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico, 3.1.11 Justificaciones Lab/ 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones, ítem límite de reporte.

De los resultados obtenidos en las muestras analizadas y su comparación con las regulaciones ambientales ecuatorianas se concluye lo siguiente:

El **potencial de Hidrógeno pH** de las muestras MA-18 y MA-22 varía entre 6,81 y 7,3 , estos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097A. En contraste, las muestras MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MA-6, MA-7, MA-9, MA-10, MA-11, MA-13, MA-14, MA-15, MA-16 y MA-20

presentan valores de pH entre 5,36 y 6,38, es decir son levemente ácidos, según USEPA (1996), la acidez puede atribuirse a varios factores, como la combinación del agua con el dióxido de carbono presente en el aire, presencia de materia orgánica en descomposición, descargas industriales. También, puede deberse a características geológicas como sucede con los suelos Inceptisoles.

Para el punto MA-21, el valor del potencial de hidrógeno (pH) se encuentra dentro del límite máximo permisible de las Tablas 1 y 2 de la normativa. En el caso del punto MA-8, el pH registrado es de 6,38. Este valor está dentro del límite máximo permisible según la Tabla 1, que establece los criterios de calidad para fuentes de agua para consumo humano y doméstico. Sin embargo, el pH de 6,38 se encuentra por debajo del rango permisible de 6,5 a 9 de la Tabla 2, que establece los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre. Esto indica que el agua en el punto MA-8 es levemente ácida, lo cual, como se mencionó en el párrafo anterior puede atribuirse a varios factores.

Los valores de **conductividad** son relativamente bajos en la mayoría de las muestras (<60  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), excepto en las muestras MA-18, MA-21 y MA-22 ubicados en el río Aucayacu al sur del bloque que tienen valores de conductividad más altos (entre 61 a 133,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Según Barbour, Gerritsen, Snyder y Stribling (2012), en áreas con suelos ricos en minerales, es común encontrar aguas con alta conductividad. La geología y la composición mineral del suelo pueden influir en la cantidad de sales y minerales que se disuelven en el agua.

El **Oxígeno Disuelto**<sup>15</sup> ( Oxígeno por Saturación) en las muestras MA-1, MA-2, MA-3, MA-5, MA-6, MA-7, MA-9, MA-18, MA-20 y MA-22 representaron porcentajes de saturación entre el 82,2% al 99,3 % mismos que cumplen el límite permisible (mayor al

---

<sup>15</sup> El análisis de oxígeno de saturación se realizó porque así lo requiere la normativa, es decir que aunque en la tabla 2 del Anexo 1 del Ministerio de Ambiente se especifica como oxígeno disuelto sus unidades se encuentran en %. Se explican dos formas de evaluación: la concentración de oxígeno (mg/l o ppm) y el porcentaje de saturación, que indica la capacidad máxima de oxígeno en el agua en condiciones específicas de temperatura y presión.

Los laboratorios no están acreditados para reportar oxígeno disuelto en unidades de % de saturación; solo se acreditan para oxígeno disuelto en mg/l y Porcentaje (%) de saturación de oxígeno en porcentaje de saturación.

Para consultar el detalle completo de la justificación emitida por el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., con acreditación número SAE LEN 05-005, mediante el Oficio-2024-031 del 1 de febrero de 2024, en el que se presenta el análisis de oxígeno por saturación, se puede visualizar los Anexos: Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificación Lab, 3.1.11.1 OFICIO 2024-031, Ítem 4; Anexo 3.1.11.5 Anexo 1 pág. 12 y Anexo 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones ítem Oxígeno de Saturación.

80% de saturación), el resto de las muestras están sobre el 100% de saturación tal es el caso de MA-4, MA-8 y MA-21, la sobresaturación de oxígeno puede deberse a ciertas condiciones "rápidos de agua blanca", o cuando las algas crecen y producen oxígeno más rápidamente del que puede ser usado o liberado a la atmósfera.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**, se denomina la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica biodegradable presente por efecto de las bacterias existentes en el cuerpo de agua. Los valores reportados de DBO<sub>5</sub> en todas las muestras cumplen con los límites establecidos en la Tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097-A.

En el análisis de la Tabla 1, que establece los criterios de calidad de las fuentes de agua destinadas al consumo humano y uso doméstico, se observa que el punto MA-8 presenta un valor de DBO<sub>5</sub> de 5,61. Este resultado supera el límite establecido por la normativa vigente, lo que podría estar relacionado con las condiciones anaeróbicas presentes en los cuerpos de agua, así como con la acumulación de materia orgánica.

Por otro lado, en el punto MA-21, el valor registrado de DBO<sub>5</sub> se encuentra por debajo del límite normativo. Este valor relativamente bajo según lo que mencionan Enríquez y Flachier (2007) podría atribuirse a un ingreso limitado de desechos provenientes de seres humanos, animales y plantas. La ausencia de desechos orgánicos significativos en esta área contribuye a mantener los niveles bajos de DBO<sub>5</sub>, lo que sugiere una mejor calidad del agua en comparación con el punto MA-8.

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** indica la cantidad de oxígeno necesaria para degradar tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable utilizando un oxidante fuerte. En todas las muestras analizadas del Bloque 88 Perico, los valores de DQO se encuentran por debajo de los límites establecidos, cumpliendo así con los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios según la Tabla 2 del A.M. 097A. Aunque todas las muestras cumplen con los límites permisibles, se observa que la muestra MA-5 presenta un valor mayor registrado como 15.4 mg/l, puede darse por materia orgánica presente en el agua debido a que la descomposición de esta materia orgánica por bacterias consumidoras de

oxígeno puede agotar el oxígeno disuelto en el agua. Además, cuando los niveles de DQO son altos indican que hay una alta concentración de materiales que pueden ser oxidados en el agua. Esto puede incluir aceites, grasas, detergentes, pesticidas y otros contaminantes orgánicos (Instituto del agua, s. f.), debido a las modificaciones en el uso de suelo, como deforestación, desarrollo urbano descargas de aguas residuales de actividades industriales cercanas a la zona o a su vez escorrentías de tierras agrícolas que pueden transportar fertilizantes y pesticidas.

En la Tabla 1, los puntos MA-8 y MA-21 presentan valores que superan los límites establecidos por la normativa, con registros de 16,85 y 7,1, respectivamente. Estas cifras que exceden los parámetros permitidos pueden atribuirse, como se mencionó en el párrafo anterior, a la presencia de materia orgánica generada por bacterias consumidoras, así como a la acumulación de grasas y otros contaminantes.

La concentración de **Amonio** en todas las muestras es menor al límite de cuantificación del equipo. No se tienen criterio de calidad de referencia.

La concentración de **Fenoles** en todas las muestras es inferior al límite permisible. No superan el límite establecido para la preservación de la flora y fauna en las aguas, y no existe una excedencia de los criterios de calidad.

En cuanto al **TPH**, todas las muestras cumplen con los límites permisibles para la preservación de la flora y fauna, con valores muy bajos (<0,5 mg/l). Sin embargo, la muestra MA-21 muestra un valor por encima del valor permisible para la Tabla 1 de los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. Este valor mayor puede atribuirse a diversas actividades humanas en la comunidad o, alternativamente, a las formaciones geológicas presentes en la región donde se ubica el proyecto, como Curaray y Mera, conocidas por sus depósitos petrolíferos en la Amazonía ecuatoriana. Estas formaciones pueden liberar TPH de forma natural debido a procesos geológicos y fenómenos naturales (Almeida Campana & Cárdenas Cárdenas, 2010). Es importante señalar que estos puntos están alejados de las operaciones llevadas a cabo por el Consorcio Frontera GeoPark en la zona.

Los parámetros de **sustancias Tensoactivas** se encuentran por debajo del límite máximo establecido en el AM 097A; para la preservación de flora y fauna. No se tienen criterio de calidad de referencia para la Tabla 1 del Anexo 1 del A.M 097-A.

Los **coliformes fecales** se mantienen dentro del límite máximo permisible (1000 NMP/100 ml) con respecto a la tabla 1 para los puntos MA-8 y MA-21, con valores de 350 NMP/100 ml. No se tienen criterio de calidad de referencia para la Tabla 2 del Anexo 1 del A.M 097-A.

Con respecto a la concentración de metales pesados:

- Bario: Se establece un criterio de calidad de 1 mg/L para la preservación de la flora y fauna. Todas las muestras analizadas mostraron valores de bario por debajo del criterio de calidad o por debajo del límite de cuantificación del laboratorio. De igual manera para los puntos MA-8 y MA-21 con respecto a la Tabla 1 del Anexo 1 del A.M. 097-A.
- Cadmio: Se establece un criterio de calidad de 0,001 mg/L para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces. Todas las muestras analizadas presentaron valores de cadmio por debajo del límite de cuantificación del laboratorio y de la normativa aplicable. En cuanto a la Tabla 1 que establece el criterio de calidad de 0,02 para aguas de consumo los puntos MA-8 y MA-21 también presentan valores de cadmio por debajo del límite de cuantificación.
- Cromo: Todas las muestras mostraron valores menores al límite de cuantificación del equipo y por debajo del límite permisible para la preservación de la vida acuática. En relación con los puntos MA-8 y MA-21, comparados también con la Tabla 1, los valores de cromo se encuentran por debajo del límite de cuantificación.
- Níquel: Las muestras presentaron valores menores al límite de cuantificación del equipo y por debajo del límite permisible para la preservación de la vida acuática. No se tienen criterio de calidad de referencia para la Tabla 1 del Anexo 1 del A.M 097-A.

Además, se encontró que los niveles de Plomo y Vanadio están por debajo del límite de detección del equipo de análisis. Lo mismo para los puntos MA-8 y MA-21 que al

compararse con la Tabla 1 también muestran niveles de plomo y vanadio por debajo del límite de detección del equipo.

En el Anexo 3 Línea Base\3.1 Físico\3.1.2 Agua, se presentan los resultados de análisis del laboratorio.

Es importante mencionar que la caracterización fisicoquímica es vulnerable a diferentes factores como el clima, la hora de la toma, entre otros. Por lo que dentro del componente biótico se determina el índice de calidad de agua según los macroinvertebrados acuáticos, dicha valoración de la calidad de agua es confiable pues es la fauna acuática es la que puede determinar con mayor confiabilidad el estado de la calidad del agua<sup>16</sup>.

Por otro lado, se tomaron muestras en varios puntos con el fin de evaluar las características físico-químicas y bacteriológicas de los pozos de agua. Estos puntos fueron seleccionados porque las comunidades cercanas dependen de estos sitios para su consumo y otros usos del agua.

**TABLA N° 4.3.67.- PUNTOS MUESTRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA (POZOS)**

| Código | *Coordenadas         |                    | Coordenadas |           | Microcuenca | Fecha      |
|--------|----------------------|--------------------|-------------|-----------|-------------|------------|
|        | WGS 84 UTM Z18 Norte | WGS 84 UTM Z18 Sur | Este (m)    | Norte (m) |             |            |
| MAS-01 | 288051               | 672                | 288051      | 10000672  | R. Aguarico | 19/05/2023 |
| MAS-02 | 287942               | 286                | 287942      | 10000286  | R. Aguarico | 18/05/2023 |
| MAS-04 | 286336               | 9994768            | 286336      | 9994768   | R. Aucayacu | 22/05/2023 |

Fuente: Reporte de Análisis, Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023.

\*Coordenadas de acuerdo al informe de laboratorio (Anexo 3.1.2 Agua)

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Para determinar la calidad y estado de las aguas de pozos o agua subterránea, se tomó como referencia los parámetros que aplican para la actividad hidrocarburífera ya que aunque existe un reglamento específico en la actividad hidrocarburífera el mismo no detalla los parámetros a analizar en un estudio de impacto ambiental para el componente agua. Ante esta carencia, se utilizaron los parámetros tradicionales asociados a la industria hidrocarburífera tales como Coliformes Fecales (E. Coli), Bario, Cadmio, Cromo, TPH, Plomo, pH, DBO5, DQO de la Tabla 1 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A. Estos parámetros fueron seleccionados debido a su relevancia en la evaluación de la calidad ambiental y su capacidad para identificar contaminantes potenciales derivados de las

<sup>16</sup> Los puntos de captación se detallan en el Capítulo 04 Descripción del Proyecto.

actividades petroleras, permitiendo un diagnóstico más preciso de los impactos sobre el recurso hídrico y la salud de los ecosistemas.

Una vez realizados los análisis se comparó con la Tabla 1, Anexo 1 del A.M 097A, “criterios de calidad de fuentes de agua para consumo de agua y domésticos”. Los resultados se presentan en la Tabla N° 4.3.68.

**TABLA N° 4.3.68.- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (POZOS)**

| Parámetros                                  | Código Laboratorio                  | 46994-2 | 46174-5 | 47241-4 |
|---|-------------------------------------|---------|---------|---------|
|   | Criterio de Calidad Anexo 1 AM 097A | MAS-01  | MAS-02  | MAS-04  |
|   | Tabla 1                             |         |         |         |
| Temperatura (en sitio)                      | -                                   | 25,5    | 29      | 27,3    |
| Conductividad (en sitio)                    | -                                   | 33,3    | 40,6    | 104,4   |
| Coliformes Fecales (E. Coli) (NMP/100 ml)   | 1000                                | 11      | <1,8    | 33      |
| Amonio (mg/l)                               | --                                  | <0,32   | <0,32   | <0,32   |
| Bario (mg/l)                                | 1                                   | <0,008  | <0,008  | 0,008   |
| Cadmio(mg/l)                                | 0,02                                | <0,001  | <0,001  | <0,001  |
| Cromo (mg/l)                                | 0,05                                | <0,020  | <0,020  | <0,020  |
| TPH (mg/l)                                  | 0,2                                 | <0,15   | <0,15   | <0,15   |
| Níquel (mg/l)                               | -                                   | <0,010  | <0,010  | <0,010  |
| Plomo (mg/l)                                | 0,01                                | 0,003   | <0,001  | <0,001  |
| Vanadio (mg/l)                              | -                                   | <0,010  | <0,010  | <0,010  |
| pH (en sitio)                               | 6-9                                 | 5,28    | 5,38    | 6,1     |
| Tensoactivos (Detergentes Aniónicos) (mg/l) | -                                   | <0,10   | <0,10   | <0,10   |
| DBO <sub>5</sub> (mg/l)*                    | <2                                  | <2,0    | <2,0    | <2,0    |
| DQO (mg/l)*                                 | <4                                  | <4,00   | <4,00   | <4,00   |
| Fenoles (mg/l)                              | -                                   | <0,001  | <0,001  | <0,001  |
| Oxígeno por Saturación (%)*                 | -                                   | 105,5   | 90,2    | 100,7   |

\* Los ensayos Oxígeno por Saturación (Disuelto) y Demanda Química de Oxígeno se tercerizó al Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA./Acreditación N° SAE LEN 13-006.

\*Los ensayos de Oxígeno por Saturación corresponden a Oxígeno Disuelto en base a la justificación emitida por el Laboratorio mediante Oficio-2024-031. Ver Anexo 3 Línea Base 3.1 Físico/3.1.11 Justificación Lab, 3.1.11.1 OFICIO 2024-031, Ítem 4; Anexo 3.1.11.5 Anexo 1 pág. 12 y Anexo 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones ítem Oxígeno de Saturación.

\* El ensayo Demanda Bioquímica de Oxígeno se tercerizó al Laboratorio LABANNCY CIA. LTDA./ Acreditación N° SAE LEN 18-014.

Fuente: Resultados Laboratorios ALS ECUADOR ALSECU S.A, 2023

Elaborado por: Envirotec Cía. Ltda., 2024

Anexo 1 AM 097-A Límites permisibles TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

Es fundamental señalar que el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. con acreditación número SAE LEN 05-005 mediante Oficio-2024-149 emitido el 23 de julio de 2024 con respecto a los valores menores a los acreditados ante el SAE indica lo siguiente: “En los protocolos 334578/2023-1.0, 340123/2023-1.0, 341776/2023-1.0 y 342147/2023-1.0 se obtuvieron valores menores al límite inferior del rango de trabajo acreditado por el SAE tanto para DBO<sub>5</sub>, DQO y Fenoles. Como cumplimiento del “Criterio General CRGA041 Utilización del símbolo de acreditación SAE y referencia a

*la condición de acreditado", los laboratorios de ensayo debido a que mantenemos nuestra acreditación con el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE debemos reportar los resultados de manera que se haga notar el rango acreditado. Para el caso de resultados menores al límite de reporte (LR) se deben colocar con el símbolo < a fin de hacer notar que con nuestro método no podemos reportar valores menores a lo validado y acreditado; si se reportaran de esa manera en ese momento estaríamos proporcionando un resultado fuera de acreditación. Si los resultados se reportan como <LR; el parámetro entra dentro del conteo para el uso del símbolo del SAE y no afecta la condición de acreditado.*

*Técnicamente tal como se puede apreciar en las fotografías de los puntos monitoreados y el resto de los parámetros analizados (en la mayoría de los casos menores a los límites de reporte acreditados), son muestras de agua clara que no tienen presencia de materia orgánica u otros aspectos físicos como color, turbidez, capa iridiscente (grasa) que puedan aportar a valores altos de DBO5, DQO y Fenoles. De igual manera se puede corroborar con los resultados de oxígeno de saturación que al sobrepasar el 80% que se trata de aguas no contaminadas de buena calidad."*

Adicional el laboratorio menciona: *"los laboratorios acreditados trabajamos en rangos de validación (x1 a x2 mg/l), los mismos que al ser evaluados por el SAE si no tienen alguna objeción y cumplen con criterios de calidad pasan a ser acreditados. En ese rango, el valor más bajo, de acuerdo al ejemplo XI se lo considera como Límite de Reporte (LR). Si un resultado sale bajo el límite indicado, como cumplimiento a los criterios para el uso del sello del SAE, debemos reportarlos como menores.*

Ver Anexo 3 Línea Base/ 3.1 Físico/ 3.1.11 Justificación Lab: 3.1.11.2 OFICIO 2024-149, ítem 3, 3.1.11.4 CRGA041 Símbolo y 3.1.11.8 Ampliación a justificaciones, ítem límite de reporte.

De los resultados obtenidos en las muestras analizadas y su comparación con las regulaciones ambientales ecuatorianas se concluye lo siguiente:

Los valores obtenidos para todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la Tabla 1 del A.M 097A para consumo humano, a excepción del pH en las muestras MAS-01 y MAS-02, que se muestran levemente ácidos con valores de 5.28 y 5.38 respectivamente, de acuerdo con (USEPA,1996) la acidez de estas muestras puede atribuirse a varios factores, como la combinación del agua con el dióxido de carbono presente en el aire, la presencia de materia orgánica en descomposición, las descargas industriales, y características geológicas como sucede con los suelos Inceptisoles en los que se encuentran ubicados estos puntos.

El Oxígeno Disuelto (Oxígeno por Saturación) en todas las muestras se encuentran dentro del límite permisible según la normativa. No obstante, en las muestras MAS-01, MAS-04, MA-4, MA-8 y MA-21 se registra una sobresaturación superior al 100% de saturación, fenómeno atribuido a la eutrofización, donde la proliferación de algas eleva los niveles de oxígeno por encima de los valores normales de saturación.

#### **4.3.10 Conclusiones del Medio Físico**

- En el Bloque 88 - Perico se presentan las formaciones geológicas: Mera (QM), Curaray (Mioceno Superior), depósitos aluviales, Basal Tena, Formación Napo y Formación Hollín los cuales se localizan en las orillas de los ríos Aguarico, Pusino y Eno.
- La *erosión* es potencialmente importante en las colinas disectadas (divisoria de aguas) y mínima en las otras unidades.
- Los *suelos* de la formación Mera y Curaray forman relieves colinados y planos. En base al Sistema Unificado de Clasificación (SUCS), el principal tipo de suelo en el AID y AII corresponde a suelos SM. Se presentan principalmente suelos arcillosos y franco arenosos.
- De acuerdo con la información del banco nacional de autorizaciones de SENAGUA, se registra un total de 74 autorizaciones de uso agua, con un caudal total de 65 l/s.
- Las *velocidades de flujo* para cauces pequeños son bajas, incluso en crecidas, menores a 1 m/s. Mientras en los ríos principales las velocidades de flujo durante una crecida pueden ser mayor a 1 m/s.

- Los *cauces principales* durante la época de lluvia generan *crecidas* que restringen la descarga de cauces pequeños, por lo que se puede incrementar el nivel de agua de forma significativa. Se han analizado los *niveles de crecida* de las secciones de interés, determinándose que, en el caso de crecidas de período de retorno de 25 años, en general no ocurren desbordamientos que generen inundaciones.
- Las *subcuencas* donde se concentran las facilidades y operaciones son los ríos Aguarico y Aucayacu.
- Existe una relativa uniformidad al interior del año de las *características climáticas* como son: humedad, temperaturas medias y extremas, y las precipitaciones mensuales.
- Los *valores medios de velocidad* del viento para la estación Coca Aeropuerto es de 4 (kt) y para la estación de Lago Agrio de igual manera es de 4 (kt).
- En relación con la *precipitación* de la zona se tienen registrados valores altos, inclusive a nivel nacional (mayores a 3.000 mm por año). Las precipitaciones en la zona están en el rango de 3.500 a 4.000 mm. La distribución de las lluvias es muy regular a lo largo de todo el año a excepción de una débil recesión en enero y agosto.
- Según los resultados obtenidos de los *monitoreos de ruido* en el Bloque, en varios puntos el ruido nocturno es mayor al diurno, lo cual se debe a la presencia de fauna nocturna en el sitio. El ruido percibido se debe a la existencia de fuentes de ruido móviles (vehículos, motos), presencia de personas y animales domésticos (aves de corral, perros) así como aves silvestres, entomofauna (insectos) y herpetofauna (ranas), en especial en las noches. Al comparar los resultados con la Tabla 1 del Anexo 5 del A.M 097A, de acuerdo con el uso del suelo Industrial (ID3/ID4), todos los puntos cumplen con lo establecido en la norma.
- Los valores medidos indican que no hay efecto significativo de las emisiones a la atmósfera (gases de combustión, material particulado suspendido PM10, PM2.5 y O3) sobre los sitios muestreados, todos cumplen con los límites permisibles del A.M 097A.
- Las muestras de suelo presentan valores inferiores a los establecidos en la Tabla 1 del AM 097A, lo que indica que cumplen con los estándares de calidad establecidos.

- En términos generales, se observaron valores atípicos fuera de los criterios de calidad establecidos por la normativa ambiental vigente en varias muestras, específicamente en los parámetros de oxígeno disuelto, pH y fenoles.

## 4.4 COMPONENTE PERCEPTUAL

### 4.4.1 Introducción

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador.

La técnica de valoración del paisaje es el análisis de preferencias, que parte aceptando que el valor de un paisaje está en función de la morfología, vegetación, agua, color fondo escénico, rareza y actuación humana.

Esto permitirá cuantificar las pérdidas (o ganancias) de paisajes valiosos, sus agentes destructivos y sus medidas mitigantes.

### 4.4.2 Metodología

Para la valoración del paisaje se utilizó el método del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Los criterios señalados en el método se indican en la Tabla N° 4.4.1.

**TABLA N° 4.4.1.- CRITERIOS DE ORDENACIÓN Y PUNTUACIÓN**

| Elementos  | Criterios de Ordenación y Puntuación  |  |  |
|------------|---|--|--|
| Morfología | Relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes.<br>5 | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales<br>3 | Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular<br>1 |
| Vegetación | Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.<br>5   | Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.<br>3  | Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.<br>1                   |
| Agua       | Factor dominante en el paisaje limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo.<br>5   | Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.<br>3   | Ausente o inapreciable<br>0  |

| Elementos        | Criterios de Ordenación y Puntuación  |   |  |
|------------------|---|---|--|
| Color            | Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.<br>5  | Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.<br>3   | Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.<br>1                    |
| Fondo escénico   | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.<br>5   | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.<br>3  | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.<br>0         |
| Rareza           | Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.<br>6            | Característico, o, aunque similar a otros en la región<br>2   | Bastante común en la región.<br>1  |
| Actuación humana | Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.<br>2 | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.<br>1 | Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.<br>0 |

Fuente: BLM, 1980

Una vez valorada la calidad paisajística de la zona en función de los criterios descritos, se siguió lo indicado en la Tabla N° 4.4.2:

**TABLA N° 4.4.2.- CLASES UTILIZADAS PARA EVALUAR LA CALIDAD VISUAL DEL PROYECTO**

| Clase   | Valoración   |
|---------|--|
| Clase A | Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-33)  |
| Clase B | Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18) |
| Clase C | Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, Línea y textura. (puntaje de 0-11)  |

Fuente: BLM, 1980

#### 4.4.3 Evaluación

Según los criterios señalados en el método y mediante la valoración del equipo multidisciplinario de Envirotec, quienes realizaron los recorridos por el área de estudio, en la Tabla N° 4.4.3 se estableció la siguiente puntuación:

**TABLA N° 4.4.3.- EVALUACIÓN DEL COMPONENTE PERCEPTUAL**

| Elementos  | Criterios  | Fotografía   | Puntuación |
|------------|--|--|------------|
| MORFOLOGÍA | Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular<br>1 |    | 1          |
| VEGETACIÓN | Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.<br>3            |   | 3          |
| AGUA       | Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje.<br>3           |  | 3          |
| COLOR      | Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.<br>5     |  | 5          |

| Elementos        | Criterios   | Fotografía   | Puntuación |
|------------------|---|--|------------|
| FONDO ESCÉNICO   | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.<br><br>3  |    | 3          |
| RAREZA           | Característico, o, aunque similar a otros en la región<br><br>2   |   | 2          |
| ACTUACIÓN HUMANA | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.<br><br>1 |  | 1          |
| <b>TOTAL</b>     |   |  | <b>18</b>  |

Fuente: BLM, 1980  
Elaborado por: Envirotec, 2024

En resumen, la evaluación del paisaje como de calidad media (Clase B) se basa en la metodología del Bureau of Land Management (BLM, 1980), la cual utiliza criterios detallados descritos en las Tablas N° 4.4.1 (Criterios de Ordenación y Puntuación) y Tabla N° 4.4.2 (Clases utilizadas para evaluar la calidad Visual del Proyecto). Estos criterios evalúan diversos aspectos del paisaje como la morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana.

Durante los recorridos realizados en el área de estudio, se asignaron los siguientes puntajes específicos: morfología (1 punto), indicando la presencia de colinas suaves y fondos de valle planos, con pocos o ningún detalle singular; actuación humana (1 punto), señalando que las modificaciones afectan parcialmente la calidad escénica o no añaden valor visual significativo; vegetación (3 puntos), mostrando alguna variedad pero predominio de uno o dos tipos; agua (3 puntos), indicando presencia de agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje; fondo escénico (3 puntos), destacando que el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto; color (5 puntos), resaltando combinaciones intensas y variadas de colores o contrastes agradables; y rareza (2 puntos), indicando que el paisaje es característico de la región, aunque no se destaca como excepcional.

Estos puntajes suman un total de 18 puntos, ubicándose dentro del rango asignado para la Clase B (12-18 puntos) según la Tabla N° 4.4.2. Esta clase se caracteriza por presentar rasgos variados en forma, color y línea, aunque estos sean comunes dentro de la región y no sobresalgan como excepcionales.