

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGOS

INFORME Nro. SNGR-IIT-MA-2025-030

PARA: Especialista
Paul Andrés Calderón Campoverde
Coordinador Zonal de Gestión de Riesgos Zona 2

ASUNTO: Análisis de los riesgos hidrometeorológicos en varios sitios de la parroquia Cuyuja perteneciente al cantón Quijos en la provincia de Napo.

REFE: Memorando Nro. SNGR-CZ2-GR-2025-0352-M

FECHA: 06 de Agosto de 2025

CONTENIDO

1.	Introducción.....	3
1.1.	Antecedentes	3
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	Objetivo general	3
1.2.2.	Objetivos específicos	3
2.	Ubicación geográfica.....	4
3.	Características físicas del entorno.....	4
3.1.	Relieve.....	5
3.2.	Clima	5
3.3.	Geología	6
3.4.	Geomorfología	6
3.5.	Suelos	7
3.6.	Hidrografía	7
4.	Metodología de trabajo	9
5.	Diagnóstico de la situación actual	9
5.1.	Sitios impactados	9
6.	Recopilación, procesamiento, análisis de información primaria y secundaria	12
6.1.	Meteorología.....	12
6.1.1.	Selección de la estación meteorológica representativa para el área de estudio.....	12
6.1.2.	Vacíos de información meteorológica (precipitaciones máximas)	13
6.1.3.	Precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno	14
6.1.4.	Intensidad máxima de las precipitaciones para diferentes períodos de retorno.	14
6.2.	Hidrología	15
6.2.1.	Parámetros físico-geográficos principales de la microcuenca hidrográfica	15
6.2.2.	Estaciones hidrológicas	15
6.2.3.	Caudal base diario	15
6.2.4.	Caudales máximos diarios.....	15
6.2.4.1.	Caudal máximo diario de diseño.....	16
6.2.5.	Hidrograma de la crecida máxima de diseño	16
7.	Análisis de resultados.....	17
7.1.	Análisis de resultados de la modelación hidráulica en el tramo fluvial	19
7.2.	Análisis morfométrico del área de estudio.....	20
8.	Conclusiones	21
9.	Recomendaciones.....	23
10.	Firmas de responsabilidad	24
11.	Anexo fotográfico	25

1. Introducción

1.1. Antecedentes

En respuesta al memorando Nro. SNGR-CZ2-GR-2025-0352-M, emitido el 08 de julio de 2025 por parte del Especialista Paul Calderón, Coordinador Zonal de Gestión de Riesgos Zona 2, a través del cual se solicita el apoyo técnico especializado con un equipo multidisciplinario de la Subsecretaría de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos, con la finalidad de realizar la evaluación técnica integral en territorio, recopilando y validando información que permita emitir un informe técnico en el cual se detalle el análisis de amenazas, exposición, vulnerabilidad y riesgos relacionados con los eventos suscitados sirviendo como insumo para la toma de decisiones, priorización de acciones de mitigación y de ser necesario la recomendación de una declaratoria de emergencia.

La Dirección de Análisis de Riesgos tiene entre sus competencias la identificación y análisis de las amenazas, considerando su origen, naturaleza, intensidad, magnitud y recurrencia, según el nivel requerido, utilizando información disponible para la gestión del riesgo, en este contexto el Subsecretario de Gestión de Información y Análisis de Riesgos, en atención al requerimiento del Coordinador Zonal de Gestión de Riesgos Zona 2, autorizó la salida a las parroquias Papallacta y Cuyuja en el Cantón Quijos desde el 03 hasta el 07 de julio de 2025, para recopilar información en las cabeceras parroquiales de estas localidades y la comunidad El tambo. A partir de esta información se preparó el presente informe técnico que contiene recomendaciones las cuales permitirán reforzar las políticas de gestión de riesgos en esta importante parroquia.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Identificar las causas y condiciones que generan procesos de inestabilidad, como grietas, asentamientos, deslizamientos y erosión hídrica, en diversos sitios de la parroquia Cuyuja, cantón Quijos, provincia de Napo, con el fin de sustentar técnicamente la toma de decisiones para la reducción del riesgo asociado a amenazas hidrometeorológicas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar la estación meteorológica representativa del área de estudio que permita calcular la hidrología dentro del área colectora correspondiente al río Papallacta.
- Determinar las precipitaciones máximas diarias para un período de retorno de 100 años en la parroquia Cuyuja.
- Determinar la intensidad máxima de las precipitaciones dentro del área colectora del río Papallacta.
- Determinar el caudal máximo de diseño para un período de retorno de 100 años en un tramo fluvial de la parroquia Cuyuja.
- Proponer recomendaciones que permitan la reducción del riesgo por lluvias intensas al nivel de ingeniería conceptual en la parroquia Cuyuja.

2. Ubicación geográfica

PROVINCIA: Napo		
CANTÓN: Quijos		
PARROQUIA: Cuyuja		
NOMBRE DE LOS SITIOS:		
Descripción	X	Y
DATOS EN WGS 84 – 17 Sur		
Planta de agua potable	830939	9954422
Planta de aguas residuales	831224	9953845
Torres para tendido eléctrico	830127	9955224
Asentamiento vía E20	833475	9952829
Erosión de ribera río Papallacta	830996	9953860
FECHA DE INSPECCIÓN: 04 – 05 de julio de 2025		
EXISTE UGR EN EL CANTÓN: Si		

3. Características físicas del entorno

La parroquia Cuyuja pertenece al cantón Quijos en la provincia de Napo, geográficamente está delimitada, al norte con la parroquia Oyacachi, al sur con las parroquias Baeza y Cosanga, al este con las parroquias Sardinas y San Francisco de Borja, y al oeste con la parroquia Papallacta, según la información cartográfica del Consejo Nacional de Límites Internos (CONALI, 2024).

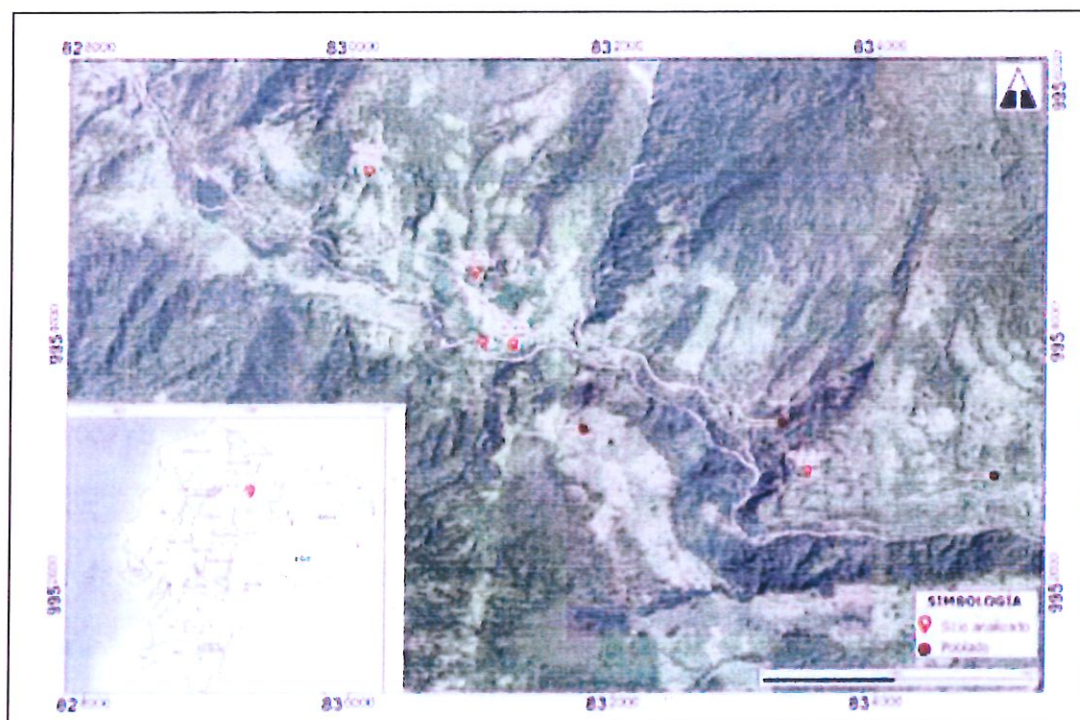


Figura 1. Mapa de ubicación en donde se presenta los sitios analizados dentro de la parroquia Cuyuja perteneciente al cantón Quijos.

3.1. Relieve

Los sitios analizados en la parroquia Cuyuja se encuentran en relieves montañosos (torres para tendido eléctrico, Planta de agua potable y asentamiento de la vía E20), terraza media (Planta de tratamiento de aguas residuales, erosión de ribera), las cotas en el área de estudio oscilan desde los 2018.6 msnm hasta los 3239.0 msnm, los cinco sitios visitados se ubican dentro de la franja de color amarillo la cual presenta alturas que van desde los 2018.6 msnm hasta los 2760.2 msnm (Ver figura 2).

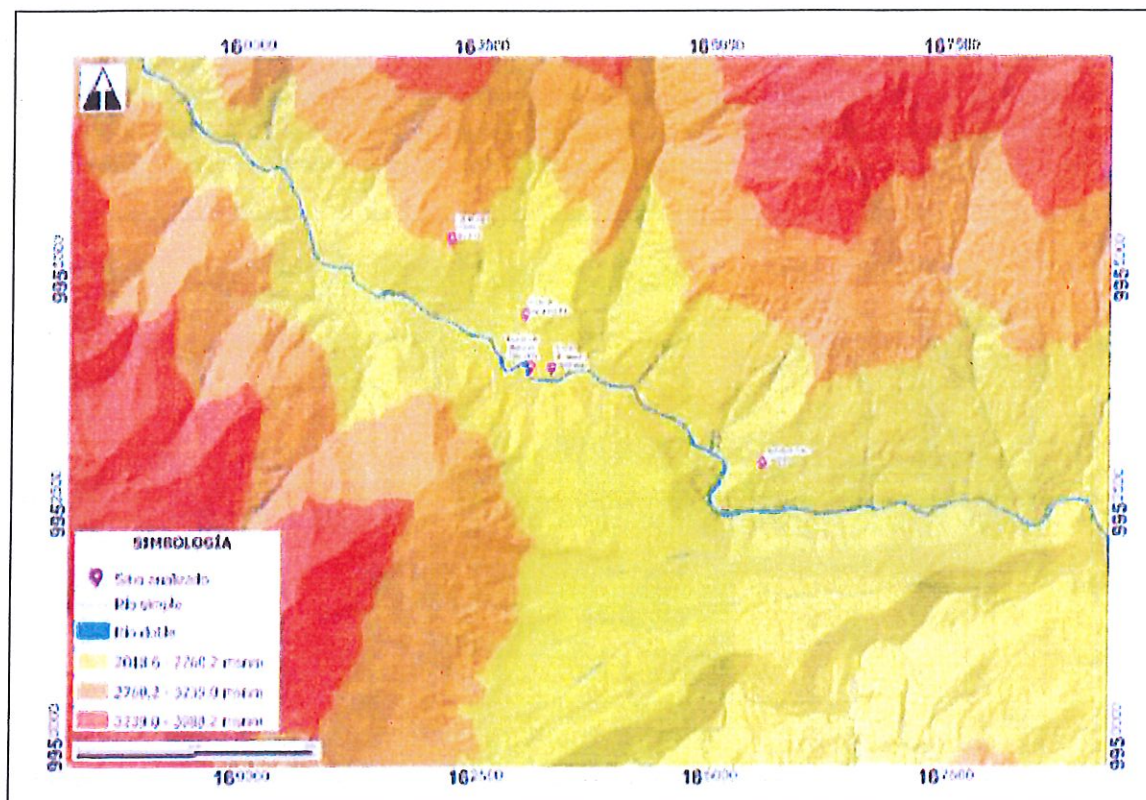


Figura 2. Mapa de relieves en donde se muestra los diferentes pisos altitudinales que conforman la parroquia Cuyuja en el cantón Quijos.

3.2. Clima

Los sitios observados (torres para el tendido eléctrico, planta de agua potable, planta de aguas residuales y erosión de ribera) se encuentran ubicados en una **región muy húmeda templada**, caracterizado por tener rangos altitudinales van de 1800 – 3000 msnm, con una temperatura promedio de 12 a 18 °C, reciben precipitaciones entre 1500 y 2000 mm anuales, las lluvias en esta región probablemente caen durante todo el año, aunque en menor cantidad en los meses de noviembre a diciembre. Debido a este patrón de la estación lluviosa, no existe en la región meses ecológicamente secos y es consecuencia tampoco registra días fisiológicamente secos. Por sus límites climáticos, la región corresponde a la formación bosque húmedo Montano Bajo (Cañadas, 1983).

El asentamiento de la vía E20 se localiza en una **región lluviosa templada**, la cual presenta altitudes que van de 2000 a 3000 msnm, con una temperatura media anual de 12 a 18 °C, las lluvias promedian entre 2000 a 3000 mm, en esta región llueve todo el año, aunque en menos cantidad los meses de

noviembre y diciembre, la región lluviosa temperada, corresponde a la formación bosque montano húmedo Montano Bajo (Cañadas, 1983).

3.3. Geología

Los sectores analizados (torres para el tendido eléctrico, planta de agua potable, plata de aguas residuales y erosión de ribera), se asientan sobre esquistos ácidos a intermedios con intercalaciones de esquistos verdes y filitas grafitosas, micaesquistos con granate, esquistos cloríticos, geins y en menor escala cuarcitas, en general el grado de metamorfismo aumenta de este a oeste desde las subfacies con almandino hasta diorita de la facie de esquistos verdes, puede también notarse de forma intercalada la presencia de rocas de diferentes grados de metamorfismo debido posiblemente a desplazamientos tectónicos, las rocas del grupo Llanganates son el basamento sobre el cual se depositaron discontinuamente rocas volcánicas de la formación Pisayambo (DGGM, 1981).

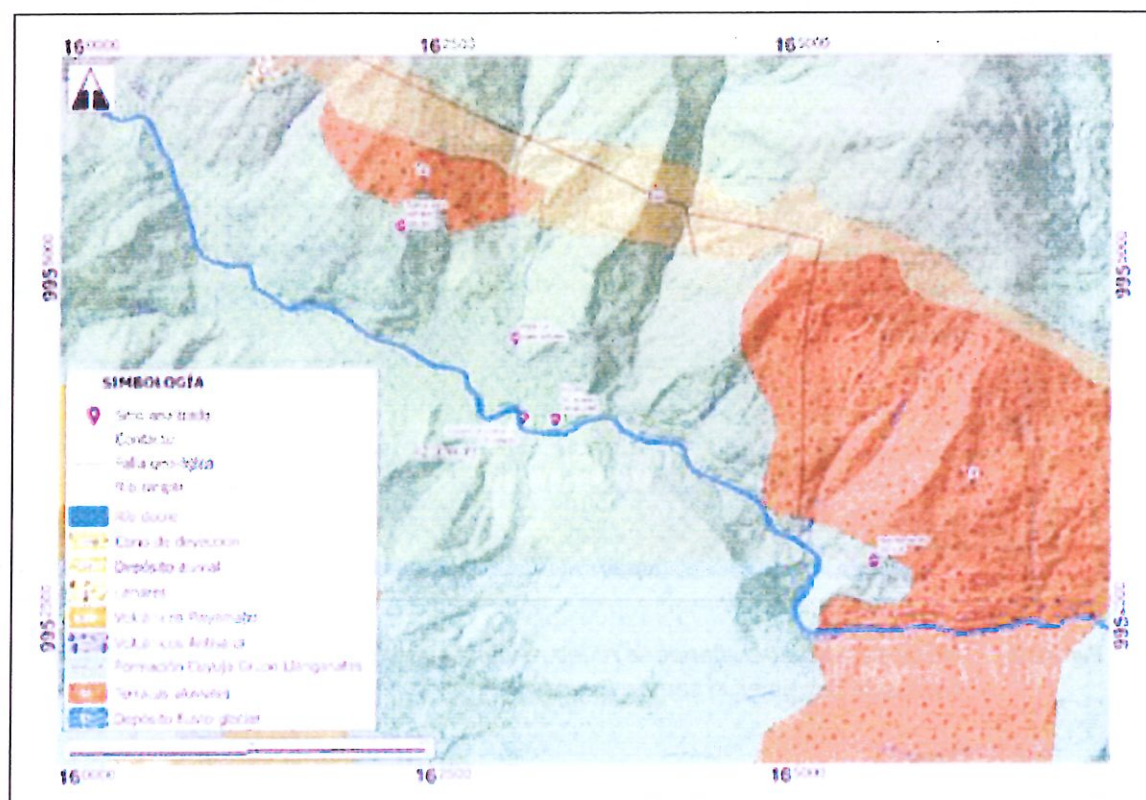


Figura 3. Mapa geológico del área del área de estudio en la parroquia Cuyuja del cantón Quijos.

3.4. Geomorfología

Los sitios visitados (torres de tendido eléctrico, planta de agua potable, asentamiento vía E20), durante la inspección en la parroquia Cuyuja se asientan sobre relieves montañoso de las vertiente oriental de la cordillera real con ceniza volcánica, estas geoformas se diferencian de un relieve colinado porque presenta un desnivel relativo de más de 300 m, esta forma del terreno se reparte por la zona oriental del cantón Quijos y presenta pendientes fuertes y vertientes muy largas (más de 500 m) (SIGTIERRAS, 2015).

La planta de tratamiento de aguas servidas de la parroquia Cuyuja y la erosión de ribera en un tramo fluvial del río Papallacta se ubican sobre una terraza media, caracterizadas por tener pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12 %), dentro del contexto morfológico medio aluvial amazónico, también se encuentra una pequeña terraza dentro del contexto relieves escapados, en la zona occidental del cantón, al este de Papallacta, con una pendiente suave (de 5 a 12 %) (SIGTIERRAS, 2015).

3.5. Suelos

Los suelos de los sitios analizados (torres para el tendido eléctrico, planta de agua potable, erosión de riberas, planta de tratamiento de aguas residuales) en la parroquia Cuyuja, **Typic Hapludands** presentan texturas franco arenosas, con un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, son suelos profundos (1.40 m), su drenaje natural es bueno y la escorrentía superficial es rápida, su estructura es tipo bloques subangulares. Los resultados de laboratorio muestran que su pH es prácticamente neutro, con niveles altos de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases es baja, poseen una densidad aparente menos a 0.9 g/cm³ y alta fijación de fósforo (SIGTIERRAS, 2016).

Alic Hapludands. - Son suelos que presentan un perfil tipo Ap/Bw/BC/C, poco profundo (0.30 m), tienen toxicidad por alto contenido de aluminio o acidez libre, su drenaje natural es bueno y su escorrentía superficial es rápida, la textura es franco arenoso con estructura tipo bloques subangulares. Los resultados de laboratorio indican que suelos de pH ácido, con alto contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico es bajo y la saturación de bases es alta, tienen una densidad aparente menos a 0.9 g/cm³ y alta fijación de fósforo (SIGTIERRAS, 2016).

3.6. Hidrografía

El río Papallacta, presenta un escurrimiento permanente durante todo el año, su curso principal corre en dirección de norte a sureste, sus principales afluentes lo constituyen por la margen izquierda, el río Cuyuja, quebrada Negra, quebrada Huangü, río Chalpi Grande, río Chalpi Chico, río San Pedro, río Loreto, mientras que por su margen derecha tenemos los afluentes: río Tambo, río Tumiguina, río Blanco Grande y río Blanco Chico, quebrada Juaniquin, esta cuenca hidrográfica presenta una densa red fluvial, aunado a la gran pendiente de su curso principal hasta el punto de cierre, volviéndolo propenso a la ocurrencia de crecidas de gran magnitud (Ver figura 4).

Según la ex **Secretaría Nacional del Agua** (SENAGUA), la superficie de la cuenca colectora del río Papallacta constituye una microcuenca del río Coca y esta última a su vez es una subcuenca de la cuenca del río Napo. Por la magnitud del área colectora el río Papallacta, es considerada una cuenca hidrográfica intermedia-pequeña, por presentar un área colectora dentro del rango de 250 a 500 km² (Campos Aranda, 1992).

La altura máxima de la cuenca hidrográfica del río Papallacta con un valor de 4428.8 msnm ubicada al norte de la misma y en donde nace el mencionado río. La densidad de la red de drenaje de la cuenca del río Papallacta es baja, ya que presenta una densidad < 1 (Delgadillo y Páez, 2008) (Ver tabla 1).

Tabla 1. Parámetros físico-geográficos de la microcuenca del río Papallacta hasta su punto de cierre en las coordenadas (X 831014; Y 9953948).

Parámetro	Valor
Área de la cuenca colectora (km ²)	426.7
Longitud de la corriente principal (km)	30.6

Perímetro de la cuenca (km)	128.4
Altura máxima de la corriente (msnm)	4428.8
Altura mínima de la corriente, en el punto de cierre (msnm)	2361.8
Pendiente del cauce principal (%)	6.80
Densidad de la red fluvial (km/km ²)	0.363

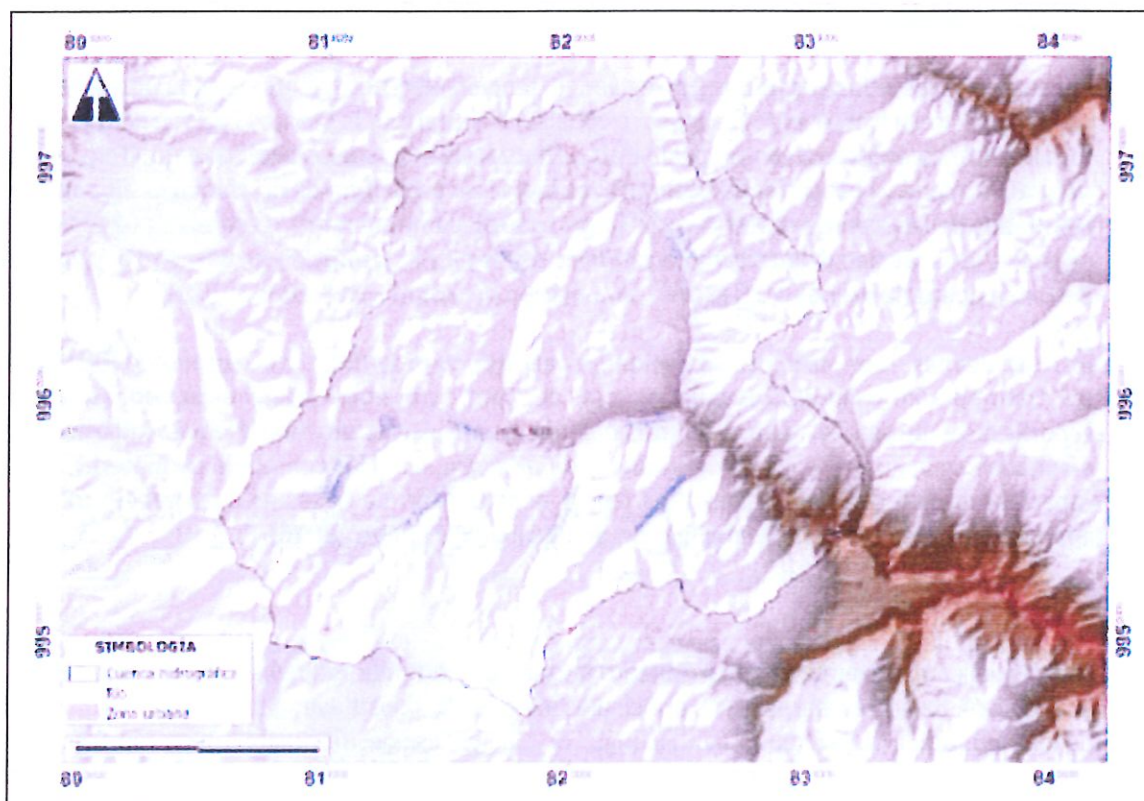


Figura 4. Mapa en donde se muestra la red hidrográfica primaria y secundaria de la cuenca del río Papallacta hasta el punto de cierre en la parroquia Cuyuja.

Los afluentes más largos del río Papallacta son las corrientes superficiales: Tambo, Tumiguina, Blanco Chico, los cuales se encuentran sobre su margen derecha con longitudes de 14.6 km, 17.3 km 13.7 km respectivamente (Ver tabla 2).

Tabla 2. Relación de los principales afluentes del río Papallacta hasta su punto de cierre en la parroquia Cuyuja en el cantón Quijos.

Nro.	Nombre de la corriente fluvial	Ubicación de la corriente hacia donde descarga		Longitud de la corriente (km)
		Margen derecha	Margen izquierda	
1	Río Cuyuja		X	4.61
2	Quebrada Huarmipag		X	3.83
3	Quebrada Negra		X	3.72
4	Quebrada Huangu		X	3.38
5	Rio Chapi Grande		X	16
6	Rio Chapi Chico		X	6.17
7	Rio San Pedro		X	4.12

8	Rio Suco Dos	X		4.07
9	Rio Suco Uno	X		4.68
10	Río Tambo	X		14.6
11	Río Tumiguina	X		17.3
12	Río Blanco Chico	X		13.7
13	Rio Blanco Grande	X		13.6
14	Quebrada Juaniquín	X		3.82
15	Quebrada Quinjua Chico	X		3.46
16	Quebrada Quinjua Grande	X		7.19

4. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo se basa en la recopilación de información cartográfica disponible y levantamiento de información en territorio, el procedimiento se detalla a continuación:

- Diagnóstico de la situación actual.
- Recopilación, procesamiento, análisis de información primaria y secundaria.
- Análisis e interpretación de los resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.

5. Diagnóstico de la situación actual

Durante la inspección técnica efectuada el 06 de julio de 2025, por la parroquia Cuyuja, la cual presentó alta susceptibilidad ante eventos naturales adversos, bajo la influencia de las precipitaciones propias del período lluvioso, entre las que cabe mencionar: deslizamientos, aluviones e inundaciones.

5.1. Sitios impactados

Sitio 1: *Deslizamiento y/o aluvión potencial aguas arriba de la planta de tratamiento de agua potable para la parroquia Cuyuja.*

Los impactos observados en el sitio donde se encuentra la planta de tratamiento de agua potable se describen a continuación:

- Presencia de grietas en la vertiente que drena sus aguas de escorrentía hacia la planta de tratamiento de agua potable.
- Pendiente muy fuerte (> 70 – 100 %) lo cual favorece el drenaje de aguas de escorrentía con dirección a la planta de tratamiento de aguas potable.
- Las grietas tienen longitudes que superan los 20 m y profundidades de hasta 0.15 m.
- Presencia de evidencia de deslizamientos antiguos ocurridos en la zona.
- El cambio de uso de suelo en las vertientes es muy notorio, ya que antes era bosque nativo y ahora existe pasto natural, razón por la cual el sistema de anclaje de las plantas por su sistema radicular acelera la formación de deslizamientos y aluviones (Ver fotos A, B, C y D).

Sitio 2: *Falla de borde en la vía E20 sector Alejandría.*

Los impactos identificados en un tramo de la vía E20 se describen a continuación:

- Hundimiento de un tramo en la vía asfaltada E20 con probable colapso hacia el río Papallacta,

la profundidad actual del hundimiento es de 0.40 m.

- Las grietas que se observa en la vía alcanzan longitudes que superan los 80 m.
- La pendiente del terreno está a favor del hundimiento en la margen izquierda del río Papallacta.
- El talud de la vía presenta alto grado de erosión laminar provocada por los efectos de las precipitaciones y la escasa protección vegetal (Ver foto J).

Sitio 3: Canal hidrovictoria

Los impactos encontrados en la zona a donde descarga las cunetas de coronación del proyecto hidrovictoria se describen a continuación:

- Los canales para recolección de agua de escorrentía presentan forma trapezoidal y están revestidos en concreto, sus dimensiones estimadas son: base mayor 0.66m, base menor 0.32 m y altura 0.30 m, pendiente de las paredes 2.1 (H:V).
- El sitio adolece de bermas compactadas en tierra para redirigir las aguas hacia los canales trapezoidales construidos.
- Los canales están contruidos a favor de la pendiente del terreno, la cual se estima que supera el 3 %.
- Los canales en su curso final no poseen disipadores de energía, lo que constituye un riesgo, si se produjeran lluvias intensas en la zona y surgieran caudales extremos, podría provocar erosión hídrica en cárcavas y probablemente aluviones aguas abajo en dirección a la población de Cuyuja.
- Se observó que los canales no poseen juntas de contracción y dilatación cada 5 m de longitud.
- Se estimó que la longitud de los canales podría ser superior a los 30 m.
- Las descargas de agua hacia la zona urbana de Cuyuja podrían provocar eventos adversos como aluviones, al encontrarse aguas debajo de las mencionadas descargas.
- Los canales no poseen pantallas con ángulo de inclinación hacia los mismos, ni tampoco de asfalto frio o caliente para reorientar las aguas de escorrentía superficial hacia los mismos (Ver fotos E, F).

Sitio 4: Planta de tratamiento de aguas residuales de Cuyuja

Los impactos apreciados en la zona donde se localiza la planta de tratamiento de aguas residuales de Cuyuja se detallan a continuación:

- Presencia de filtraciones en la planta de tratamiento por rebose.
- Existencia de grietas en los tanques de sedimentación.
- Planta en peligro inminente de colapsar por hundimiento en la piscina de captación de sedimentos.
- Falta de mantenimientos preventivos y correctivos en la planta de tratamiento de aguas residuales (Ver foto G).

Sitio 5: Vivienda ribereña de Wilmer Toapanta, ubicada en la margen izquierda del río Papallacta.

Los impactos observados por erosión de ribera en un tramo fluvial del río Papallacta de muestran a continuación:

- Presencia de erosión hídrica de riberas en la parte trasera de a vivienda del señor Wilmer

Toapanta, con riesgo de producir colapso estructural y derrumbe.

- Mal encausamiento de las aguas lluvias desde el techo de la vivienda.
- Drenaje malo de las aguas que caen desde el techo de la vivienda hasta la parte trasera y lateral de esta, lo que provoca erosión hídrica regresiva y derrumbes del talud que se ubica en la margen izquierda del río Papallacta (Ver fotos H, I).

Sitio 6: Torres para el tendido eléctrico.

Los impactos identificados en el área donde se construyó las torres para el tendido eléctrico de muestran a continuación:

- La vertiente en donde se asientan las torres no presenta una adecuada cobertura vegetal que permita un buen sostenimiento del suelo.
- En la mitad de la vertiente aguas debajo de las torres se evidencia un deslizamiento que el propietario menciona que el avance es progresivo cada vez acercándose hasta la infraestructura eléctrica.
- Bordeando las torres encontramos canales para recolección de aguas producto de las lluvias, los mismos que finalizan cercano a la infraestructura, ocasionando el humedecimiento del suelo provocando el colapso por pérdida de su equilibrio.
- Falta de un estudio geotécnico que permita identificar la capacidad portante del suelo y la conducción del agua hacia zonas estables reduciendo el riesgo de movimientos en masa (Ver fotos K, L).



Foto 1. Fotografías en donde se muestra los impactos observados en la parroquia Cuyuja del cantón Quijos.



Foto 2. Fotografías en donde se muestra los impactos observados en la parroquia Cuyuja del cantón Quijos.

6. Recopilación, procesamiento, análisis de información primaria y secundaria

6.1. Meteorología

6.1.1. Selección de la estación meteorológica representativa para el área de estudio

Para la determinación de la estación meteorológica representativa en la microcuenca del río Papallacta, se utilizaron 3 estaciones (M0188, M0436, M0203), con registros de precipitación máxima diaria variados, las fechas de instalación comprende los años 1963, 2005, 1974, respectivamente. Como resultado del análisis técnico arrojó que la estación meteorológica Papallacta con código M188, resulto ser la más representativa para esta zona de estudio, por los siguientes motivos: poseer la menor distancia hasta el centro de gravedad de la microcuenca involucrada (2.74 km), mayor extensión de la serie de registros históricos sobre precipitaciones máximas, que permiten evaluar con mayor criterio las variaciones de las precipitaciones a lo largo del tiempo (1963 – 2015), por encontrarse dentro del parte-aguas o línea divisoria de la microcuenca y la estación meteorológica elegida, su altitud la cual esta a 3150 msnm, más cercana a la altura media de la cuenca hidrográfica en cuestión la cual se localiza a 3395 msnm. Los valores más altos de precipitación máxima diaria en la estación meteorológica Papallacta (M188) se observó en el mes de julio de 1976 con 100.0 mm/día (Ver figura 5 y tabla 3).

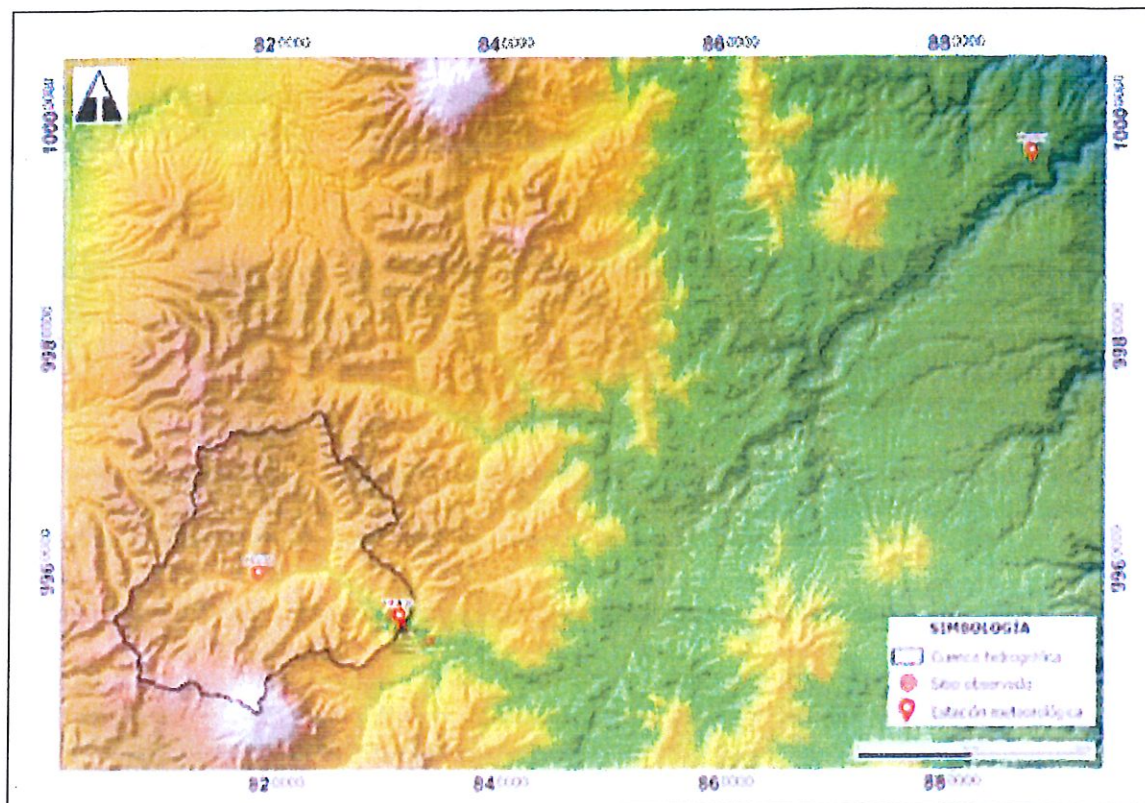


Figura 5. Mapa en donde se presenta la red meteorológica para la cuenca hidrográfica del río Papallacta, de la cual seleccionó las más representativa.

Tabla 3. Características técnicas de las estaciones meteorológicas utilizadas para la selección de la estación representativa del área de estudio.

Nro.	Nombre de la estación	Código de la estación	Coordenadas		Altitud de la estación (msnm)	Ubicación de la estación respecto al centroide de la cuenca	Distancia al centroide (km)	Fecha de instalación de la estación
			X	Y				
1	Papallacta	M188	817846	9959606	3150	Dentro de la cuenca	2.71	02/08/1963
2	Cuyuja	M436	828460	9953884	2380	Dentro de la cuenca	9.29	01/04/2005
3	Reventador	M203	837683	9953327	1145	Fuera de la cuenca	19.2	18/03/1974

Nota técnica

La altura media de la microcuenca del río Papallacta es de 3395 msnm.

6.1.2. Vacíos de información meteorológica (precipitaciones máximas)

Según los registros de precipitación máxima diaria en la estación meteorológica (M188), para el período observado desde 1963 hasta 2015, encontramos un total de 114 meses con vacíos de información, para un total estimado de 4420 días sin información de precipitación máxima diaria. La mayor cantidad de vacíos de información correspondió a los años 2015 con once meses, 1963, 1969, 1972 (con siete meses de vacíos cada uno de los años ya mencionados). La mayor precipitación máxima observada en la estación meteorológica Papallacta (M188) fue de 100.3 mm/día correspondiente al mes de julio de 1976, su período de retorno se aproxima a un período de retorno de 25 años.

6.1.3. Precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno

Las precipitaciones máximas diarias para la microcuenca hidrográfica del río Papallacta, se determinaron por el método estadístico de Gumbel para diferentes períodos de retorno (Tabla 4).

Tabla 4. Precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno.

Precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno (mm/día)					Pmax diseño
Ptr5	Ptr10	Ptr25	Ptr50	Ptr100	Ptr100
69.8	86.4	107.4	123.0	138.4	138.4

Nota técnica

Ptr Período de retorno.

La precipitación máxima diaria de diseño seleccionada, corresponde al período de retorno de 100 años y su valor es de 138.4 mm/día. Esta información es utilizada en los siguientes capítulos para determinar los caudales máximos diarios para diferentes períodos de retorno y caudales máximos de diseño.

6.1.4. Intensidad máxima de las precipitaciones para diferentes períodos de retorno.

Las intensidades máximas de las precipitaciones en la microcuenca del río Papallacta se determinaron por el estudio de lluvias intensas del INAMHI, Ecuador correspondiente al año 1999. La intensidad máxima de diseño utilizada fue la correspondiente al período de retorno de 100 años con el valor de 220.4 mm/min (Ver figura 6 y tabla 5).

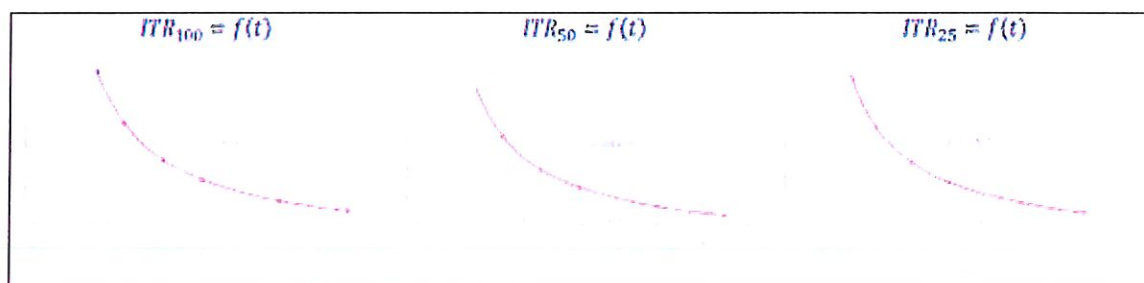


Figura 6. Intensidades de las precipitaciones para períodos de retorno de 100, 50 y 25 años.

Tabla 5. Intensidades máximas de las precipitaciones diarias para diferentes períodos de retorno en la cuenca hidrográfica del río Papallacta.

Tiempo (minutos)	Intensidad máxima para diferentes períodos de retorno (mm/día)		
	Itr100	Itr50	Itr25
20	220.42	198.06	159.73
30	159.08	142.94	115.28
45	114.8	103.17	83.20
60	91.10	81.86	66.01
90	65.75	59.08	47.64
116	53.61	48.17	38.85

Nota técnica

Itr Intensidad máxima de las precipitaciones

6.2. Hidrología

6.2.1. Parámetros físico-geográficos principales de la microcuenca hidrográfica

La microcuenca hidrográfica del río Papallacta con cierre en las coordenadas X 831014; Y 9953948 (zona urbana de Cuyuja), se encuentra ubicada dentro del área de estudio y presenta una forma oblonga con una superficie de 426.7 km², la misma que es considerada como intermedia-pequeña (Campos Aranda, 1992). La microcuenca del río Papallacta presenta un ligero ensanchamiento, ya que según el factor de forma de la cuenca (Horton) Rf es de 0.46 y se ubica dentro del rango desde 0.45 hasta 0.60.

Básicamente la dirección predominante de la corriente principal del agua es de noreste a sureste, la longitud del río hasta el punto de cierre es 30.6 k, la pendiente del cauce principal es de 6.80 , considerada para el tramo fluvial analizado como suave, ya que se ubica en el rango < 10 % (CIDIAT Venezuela 1984), además posee escurrimiento superficial perenne durante todo el año, los parámetros físico-geográficos del territorio fueron calculados con ayuda de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los tiempos de concentración de llegada de la ola de la crecida hasta el sitio de cierre fueron calculados utilizando métodos internacionales de Ven Te Chow USA, 1972 y MOPU España, 1990, dando como resultado un valor promedio de 2.40 horas, correspondiente a 144 minutos o 8640 segundos. Al analizar los parámetros físico-geográficos y características de la microcuenca hidrográfica, ante inundaciones, hacemos énfasis que la superficie de la cuenca es intermedia-pequeña, con una **forma ligeramente ensanchada y que podría provocar una alta producción de caudales y provocar potencialmente crecidas** como la ocurrida en el río Papallacta durante el año 2025 (Horton).

6.2.2. Estaciones hidrológicas

Dentro del área colectora de la microcuenca en estudio no encontramos ninguna estación hidrológica, razón por la cual no se pudieron emplear los métodos estadísticos para las estimaciones de los caudales máximos diarios para diferentes períodos de retorno.

6.2.3. Caudal base diario

El caudal base que constituye uno de los componentes del caudal máximo de diseño, se determinó en base a la metodología existente por Pierre Pourrot (INAMHI – MAG, 1995). El valor obtenido para el caudal base fue de 38 m³/s. Es importante mencionar que durante la inspección técnica realizada en un tramo fluvial del río Papallacta el día 06 de julio de 2025, no fue posible realizar un aforo líquido a vadeo en el sitio analizado, ya que el mencionado río estaba crecido y al no disponer de estructuras civiles como puentes o alcantarillas dentro del tramo fluvial en cuestión desde donde se pudiese realizar un aforo líquido.

6.2.4. Caudales máximos diarios

Los caudales máximos diarios del agua fueron calculados por varios métodos nacionales e internacionales, para el período de retorno de 100 años, partiendo del criterio que corresponde a la probabilidad de ocurrencia del 1 %, o sea es un evento adverso (inundación), que podría ocurrir una vez en 100 años, útil para el trabajo de riesgos, el cual nos permite diseñar e implementar posteriormente un sistema de alerta temprana Hidrometeorológico que contemple la definición de las rutas de

evacuación, puntos de encuentro y/o zonas seguras, para salvaguardar la vida de las personas en riesgos del sector y también de algunos de los animales domésticos.

Además, los cálculos y estimaciones de los caudales máximos diarios de diseño, para el período de retorno seleccionado, se utilizan como dato principal de entrada en el modelo hidráulico, a través del cual podemos definir las cotas inundables del agua en: las riberas de los ríos, terrazas bajas y cauce actual, viviendas y otras estructuras civiles, y posteriormente poder implementar medidas ingenieriles de reducción y/o preventivas ante eventos adversos como las inundaciones que pudiesen ocurrir en el futuro.

Los caudales máximos diarios del agua se estimaron por varios métodos nacionales e internacionales, entre los que cabe mencionar: envolvente de Francou Rodier Francia, 1967; envolvente de Creager USA, 1945; envolvente nacional Ecuador, 1991; INERHI Ecuador 2003; Regionalización de caudales máximos instantáneos Colombia, 2009; Malin Matov Y marcial Méndez Cuba, 1969; Verni King Perú, 1991; Formula empírica de Temez España, 1987; Caudales máximos para la costa del Pacífico Perú, 2010; Pierre Peurrrut INAMHI-MAG Ecuador, 1995; Lluvias Intensas INAMHI Ecuador. 2019; posterior al análisis por parte de los especialistas de la Dirección de Análisis de Riesgos de la SNG, se asumió como resultado final el caudal máximo diario para el período de retorno de 100 años el valor de 320.5 m³/s.

Es importante destacar que además de los métodos anteriores, se estimaron los caudales máximos diarios por otros métodos nacionales e internacionales, donde de obtuvieron cifras y valores fuera de rango, entre los que cabe mencionar: Mat Math Perú, 207; Regionalización de caudales máximos Salvador, SNET 2004; MG Majone Italia, 1997; Orlando Pérez Monteagudo Cuba, 1975; Ven Te Chow USA, 1972. Además de los caudales máximos diarios para el período de retorno de 100 años, se estimaron caudales para otros períodos de retorno (Ver tabla 6).

Tabla 6. Caudales máximos diarios estimados para varios períodos de retorno.

Caudales máximos para diferentes períodos de retorno (m ³ /s)						
Qtr1000	Qtr500	Qtr100	Qtr50	Qtr25	Qtr10	Qtr5
650.6	419.8	320.5	304.5	176.3	137.8	92.9

Nota técnica

Qtr Caudal para período de retorno

6.2.4.1. Caudal máximo diario de diseño

Para la selección del caudal máximo diario de diseño, se utilizó para el período de retorno correspondiente a 100 años, que aunado al valor del caudal base arrojó el valor de 320.5 m³/s.

6.2.5. Hidrograma de la crecida máxima de diseño

Con la información obtenida, se construyó el hidrograma de diseño de la crecida máxima diaria para el período de retorno de 100 años. El hidrograma de la crecida máxima de diseño constituye uno de los insumos para la realizar la modelación hidrodinámica y definir las áreas inundables y las velocidades de agua en el tramo fluvial en cuestión (Ver tabla 7).

Tabla 7. Hidrograma y componentes de la crecida máxima de diseño, para el período de retorno de 100 años.

Parámetros	t (horas)	t (segundos)	Qtr100 (m³/s)
0	0	0	0
tp	1.44	5184	320.5
Tb	3.84	13824	0

Nota técnica

tp Tiempo de crecida del pico de la inundación, en horas y segundos.

tb Tiempo base de duración del hidrograma de la crecida máxima de diseño, para el período de retorno de 100 años, en horas y segundos.

Qtr100 Caudales máximos diarios de diseño para el período de retorno de 100 años (m³/s).

7. Análisis de resultados

Para la determinación de la estación meteorológica representativa en la microcuenca del río Papallacta, se utilizó tres estaciones (M0188, M0436, M0203), con una extensión de registros de precipitaciones máximas diarias muy variada. La estación meteorológica Papallacta con código M0188, resultó ser la más representativa por las siguientes características: poseer la menor distancia hasta el centro de gravedad de la microcuenca en estudio (2.74 km), mayor extensión de la serie de registros históricos sobre precipitaciones máximas diarias, que permite evaluar con mayor criterio técnico las variaciones de las precipitaciones a lo largo del tiempo (1963 – 2015), ubicarse dentro del parteaguas o línea divisoria de la cuenca aun altura de 3150 msnm, más cercano a la altura media de la microcuenca en cuestión.

Los valores más altos de precipitación máxima diaria en la estación meteorológica (M0188), para el período de observación desde 1963 hasta el 2015, se encontró un total de 114 meses con vacíos de información para un total estimado de 3420 días sin información de precipitación máxima diaria. El mes que se reportó el mayor valor de precipitación máxima diaria en la estación M0188 corresponde a julio de 1976 con 100.3 mm/día. Existe además un vacío de información total, referente a las precipitaciones máximas diarias en los archivos que reposan en Secretaría Nacional de Gestión de Información desde el año 2016 hasta la fecha actual julio de 2025. **Esto es muy negativo para todas las instituciones del estado que trabajamos con la información de las variables hidrometeorológicas, donde se concluye que nuestros trabajos e informes técnicos, no son actualizados.**

El valor de precipitación máxima diaria observado de 100.3 mm/día en la estación Papallacta en julio de 1976, corresponde a un período de retorno de 25 años. La precipitación máxima de diseño seleccionado responde a un período de retorno de 100 años con un valor de 138.4 mm/día. Las intensidades máximas de las precipitaciones para la microcuenca del río Papallacta se calcularon a través del estudio de lluvias intensas del INAMHI del año 1999. La intensidad máxima de diseño utilizada fue la estimada para el período de retorno de 100 años dando como resultado 220.4 mm/min. Según SENAGUA, el área colectora de la microcuenca del río Papallacta, constituye una microcuenca del río Coca y esta a su vez conforma una subcuenca del río Napo.

El río Papallacta, presenta un escurrimiento permanente durante todo el año, su curso principal corre en dirección de norte a sureste. Los principales afluentes del río Papallacta lo constituyen por la **margen izquierda**, el río Cuyuja, quebrada Negra, quebrada Huangu, Río Chaupi Grande, río Chaupi Chico, río San Pedro, río Loreto, mientras que su **margen derecha** encontramos a los ríos Tambo, río Tumiguina, río Blanco Chico, río Blanco Grande, quebrada Juaniquín.

Por la magnitud del área colectora el río Papallacta, es considerada como una cuenca hidrográfica intermedia-pequeña, por presentar una superficie dentro del rango de 250 a 500 km². La altura máxima de la microcuenca corresponde al nacimiento del mencionado río, localizada al norte de esta con 4428.8 msnm. La densidad de drenajes en la cuenca del río Papallacta es baja ya que muestra un valor < 1 km/km². Los afluentes más largos del río Papallacta son las corrientes superficiales Tambo, Tumiguina, y Blanco Chico, los cuales se encuentran sobre su margen derecha con longitudes de 14.6 km, 17.3 km y 13.7 km respectivamente.

Los tiempos de concentración de llegada de la ola de la crecida hasta el punto de cierre en las coordenadas: **X 831014; Y 9953948**, se determinaron a través de métodos internacionales como Ven Te Chow USA 1972, MOPU España, 1990, dando como resultado un valor promedio de 2.40 horas, correspondiente a 144 minutos o lo que es igual a 8640 segundos. Al analizar los parámetros físico-geográficos y características de la microcuenca del río Papallacta ante inundaciones, hacemos énfasis que por su tamaño es **considerada como una cuenca intermedia-pequeña y su forma ligeramente ensanchada podría provocar un incremento de sus caudales, dando como resultado potenciales crecientes** como ha ocurrido en el río Papallacta durante el año 2025.

El caudal base que constituye uno de los componentes del caudal máximo de diseño, se determinó en base a la metodología existente de Pierre Pourrut Ecuador INAMHI-MAG, 1995. El valor obtenido del caudal base fue de 38 m³/s. Los caudales máximos diarios del agua fueron calculados por varios métodos nacionales e internacionales empíricos y semiempíricos, para el período de retorno de 100 años. Los caudales máximos diarios de diseño determinados y/o estimados para el período de retorno seleccionado (Qtr100), es empleado como insumo principal en la modelación hidráulica, parámetros que entre otros nos permiten definir las cotas inundables del agua en las riberas de los ríos, terrazas bajas y cauce actual, de esta manera podemos emitir recomendaciones que permitan la reducción del riesgo.

Los métodos utilizados para la estimación de los caudales máximos diarios del agua son: Envolvente de Francou y Rodier Francia, 1967; Envolvente de Creager USA, 1945; Envolvente nacional Ecuador, 1991; INERHI Ecuador, 2003; Regionalización de caudales máximos instantáneos Colombia, 2009; Malin Matov y Marcial Méndez Cuba, 1969; Verni King Perú, 1991; Formula empírica de Temez España, 1987; Caudales máximos para la costa del Pacífico Perú, 2010; Pierre Pourrut INAMHI-MAG Ecuador, 1995; Lluvias intensas INAMHI Ecuador, 2019; posterior al análisis por parte de los especialistas de la Dirección de Análisis de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, se asumió como resultado final el caudal máximo diario de diseño para el período de retorno de 100 años el mismo que tienen un valor de 320.5 m³/s.

Es importante destacar que además de los métodos ya mencionados anteriormente, se determinaron los caudales máximos diarios por otros métodos nacionales e internacionales, con los cuales de obtuvieron cifras y valores que se ubican fuera de los rangos establecidos, entre los que cabe mencionar: Mat Math Perú, 2007; Regionalización de caudales máximos El Salvador SNET, 2004; MG Majone Italia, 1997; Orlando Pérez Monteagudo Cuba, 1975; Ven Te Chow USA, 1972. Se estimaron caudales máximos diarios para otros períodos de retorno: 1000, 200, 100, 50, 25, 10 y 5 años, dando valores de 650.5 m³/s, 419.8 m³/s, 320.5 m³/s, 304.5 m³/s, 176.3 m³/s, 137.8 m³/s, 92.9 m³/s respectivamente.

Se determinó la crecida máxima de diseño, utilizando el método de Ven Te Chow, el cual arrojó valores para el pico de la crecida de 1.44 horas, mientras que el tiempo base del hidrograma correspondió a 3.84 horas, el hidrograma de la crecida máxima de diseño constituye unos de los insumos principales

para correr el modelo hidráulico en el tramo fluvial analizado, los resultados que se obtienen con el modelo hidráulico son: delimitación de las áreas inundables y velocidades erosivas del agua.

7.1. Análisis de resultados de la modelación hidráulica en el tramo fluvial

Las velocidades del agua alcanzadas en el tramo fluvial donde se ubica la vivienda del señor Wilmer Toapanta, la misma que esta asentada en la margen izquierda del río Papallacta, dando como resultado de la modelación hidráulica velocidades desde 2.63 m/s en la base del talud donde se emplaza la vivienda hasta 3.51 m/s a 50 m aguas arriba de esta vivienda (Ver figura 7 y tabla 8).

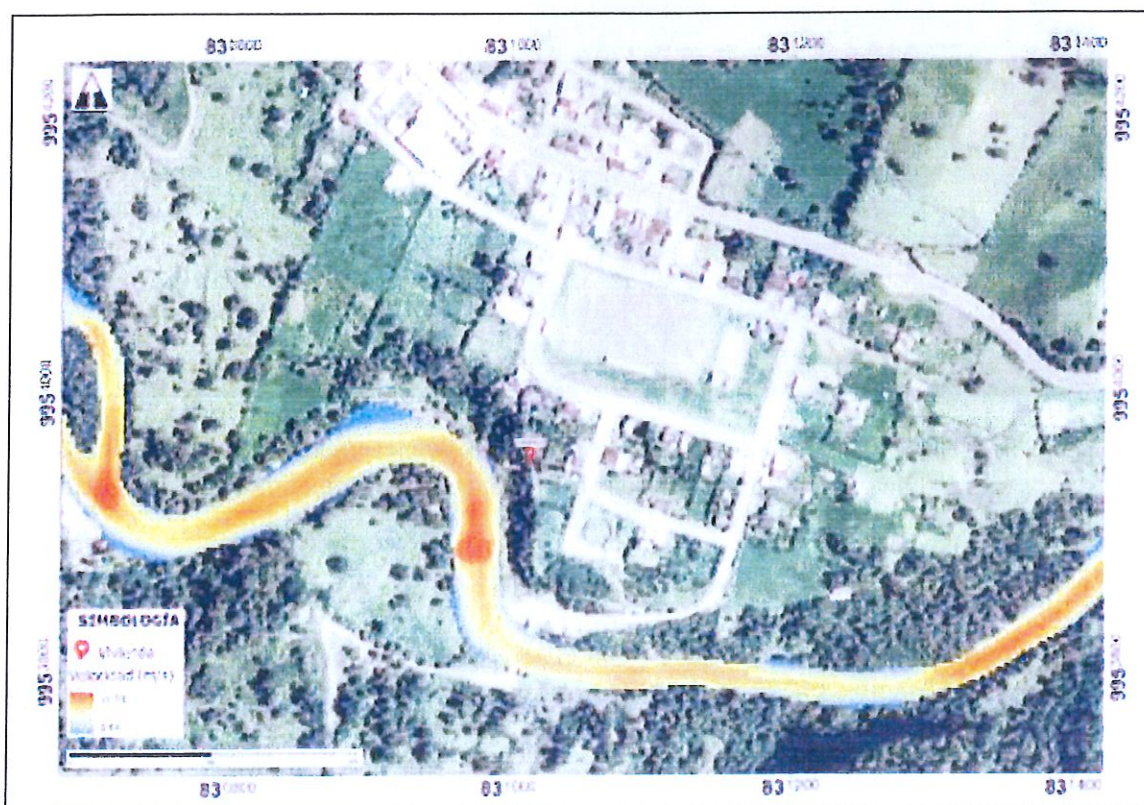


Figura 7. Mapa donde se muestra las velocidades alcanzadas por el agua en el tramo fluvial donde se localiza la vivienda de Wilmer Toapanta.

Tabla 8. Ubicación de los sitios evaluados dentro del tramo fluvial, que presentan velocidades erosivas del agua obtenidas con la modelación hidráulica.

Nro.	Sitio Evaluado	Coordenadas		Velocidad del agua en el sitio (m/s)	Velocidad del agua admisible según el tipo de suelo (m/s)	Observación (se erosiona SI o NO)
		X	Y			
1	En borde del río, a 50 m aguas arriba de la vivienda.	163051	9953908	3.61	0.60	Si, se erosiona v.agua>v.adm
2	En el borde del río, en la vivienda Sr. Toapanta.	163055	9953858	2.63	0.60	Si, se erosiona v.agua>v.adm
3	En borde del río, a 50 m aguas abajo de la vivienda.	163081	9953819	3.04	0.60	Si, se erosiona v.agua>v.adm

Nota técnica

v.agua velocidad del agua
v.adm velocidad admisible

Según los resultados de la modelación hidráulica para caudales máximos del agua con un periodo de retorno de 100 años, determinan que la vivienda de Wilmer Toapanta, no se inunda ya que la mancha de inundación o área inundable llega hasta la cota de 2357 msnm, y la vivienda esta ubicada en la cota 2372 msnm (Ver figuras 8).

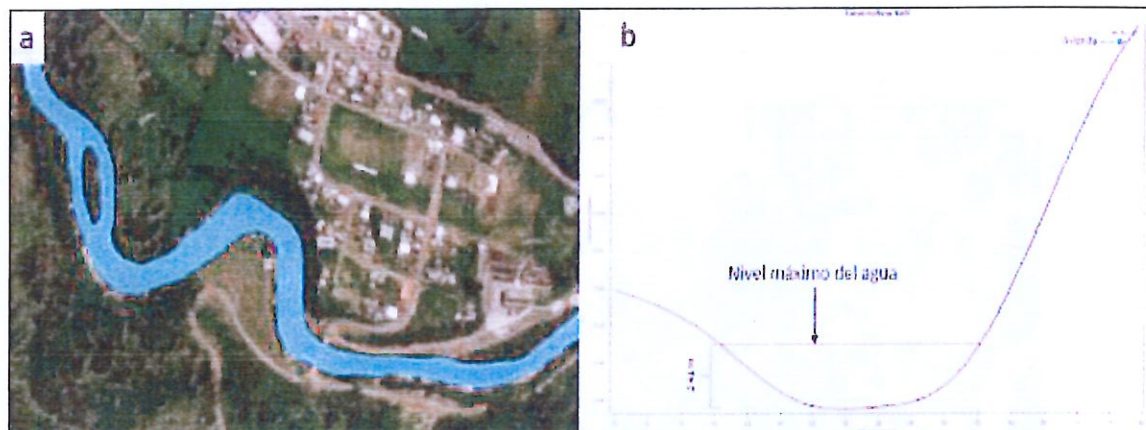


Figura 8. Zona inundable y ubicación de la vivienda de Wilmer Toapanta obtenida con la simulación hidráulica (a), sección transversal en donde se localiza la vivienda para un período de retorno de 100 años (b).

7.2. Análisis morfométrico del área de estudio

Los procesos de remoción en masa pueden producirse de distintas formas, es decir son: lentos o rápidos, con o sin provocación aparente, generalmente ocurren como consecuencia de excavaciones o socavaciones. Sin embargo, existen muchos casos en donde la falla es el resultado de la desintegración gradual de la estructura del suelo, provocado por la **presión que ejerce el agua contenida en los vacíos (poros) del suelo**, esta presión actúa en todas las direcciones dentro del suelo saturado y afecta significativamente su comportamiento.

La forma del terreno es un indicador determinante de los procesos de remoción en masa y transporte de agua (flujo superficial como subsuperficial), para presentar el movimiento de agua en el suelo, se debe considerar variables como: grado, forma y longitud de la pendiente. La longitud de la pendiente influye directamente en el comportamiento de las inundaciones, diagnostica la velocidad de flujo, el grado de confluencia de la escorrentía superficial, capacidad de desprendimiento de partículas de suelos y transporte de sedimentos por el flujo superficial, etc.

El LS-Factor (longitud de la pendiente) se define como la distancia horizontal desde el inicio del flujo superficial (donde el agua empieza a escurrir) hasta el sitio en donde el flujo se **concentra** lo suficiente para formar un canal definido (como una zanja o cauce). En otras palabras, es el tramo sobre el cual el agua fluye por la superficie inclinada sin **canalizarse**. Las zonas de color rojo muestran la alta probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción de masa, provocados principalmente por la acción hídrica, ya que una de las características de los suelos presentes en el área de estudio es la alta retención de humedad (Ver figura 9).

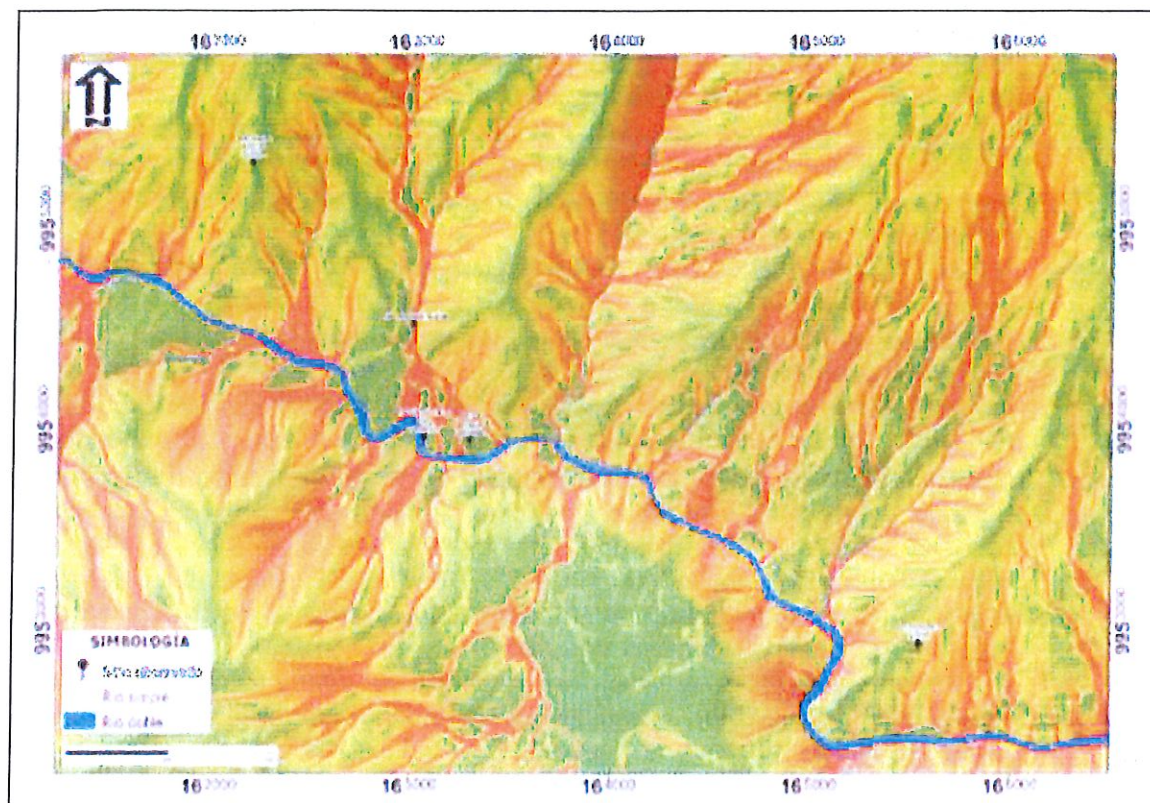


Figura 9. Mapa en donde se muestra los resultados del análisis de longitud de la pendiente (LS-Factor) para los sitios analizados en la parroquia Cuyuja.

8. Conclusiones

- En el talud y ladera del cerro frete a la planta de agua potable de la parroquia Cuyuja, si no se implementa medidas aceleradas de reducción la probabilidad de ocurrencia de aluviones es muy alta, ocasionando el colapso de la planta de agua potable.
- El escurrimiento superficial que drena desde el cerro hasta la parte inferior de la vertiente donde se localiza la planta de agua potable de la parroquia, y si no se intercepta y deriva el escurrimiento hacia la quebrada ubicada en la margen derecha bajando por la ladera, provocara en muy poco tiempo, la aparición de aluviones con consecuencias catastróficas aguas abajo, donde se encuentra la planta potabilizadora.
- El cambio de uso del suelo que ha tenido lugar en las laderas del cerro, durante varios años, sustituyendo los bosques por pastos, en la vertiente donde se localiza la planta de agua potable de Cuyuja, conducirán inevitablemente aunado a las precipitaciones máximas e intensidades de las lluvias en el sector, a la formación de aluviones.
- La falla de borde existente en el sector Alejandría, con la pendiente a favor del río Papallacta inevitablemente colapsará en poco tiempo, por lo que se debería de forma urgente evitar el paso de vehículos pesados por la misma y buscar varias alternativas, haciendo una evaluación técnica económica más factible para el GAD del cantón Quijos.
- Los canales construidos para la recolección de aguas lluvia en la parte alta del poblado de Cuyuja, no posee en su extremo inferior disipadores de energía, lo que a futuro podrían provocar erosión hídrica en surcos y cárcavas, en dirección a la zona urbana de esta parroquia.
- Los canales implementados por Hidrovictoria, no poseen estructuras civiles e hidráulicas

complementarias como: bermas en tierra bermas con asfalto frío, bermas con asfalto caliente, pantallas de concreto con ángulo de inclinación, etc. Que reorienten la escorrentía superficial de las laderas involucradas hacia los canales construidos.

- La planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Cuyuja, presenta muchos problemas, entre los más relevantes tenemos: la piscina de captación de sedimentos está a punto de volcarse y colapsar en dirección hacia el río Papallacta, por lo que requiere acciones inmediatas de su reubicación.
- Inevitablemente la erosión hídrica de la ribera izquierda en un tramo fluvial del río Papallacta, donde se encuentra la vivienda de Wilmer Toapanta, traerá consigo la destrucción de la mencionada estructura civil, por lo que se requiere acciones inmediatas por parte del GAD parroquial y/o cantonal.
- Los caudales máximos diarios del agua para el período de retorno de 100 años, se estimaron por varios métodos nacionales e internacionales, obteniendo los mejores resultados para la cuenca analizada, los siguientes: Envolvente de Francou y Rodier Francia, 1967; Envolvente de Creager USA, 1945; Envolvente nacional Ecuador, 1991; INERHI Ecuador, 2003; Regionalización de caudales máximos instantáneos Colombia, 2009; Malin Matov y Marcial Méndez Cuba, 1969; Verni King Perú, 1991; Formula empírica de Temez España, 1987; Caudales máximos para la costa del Pacífico Perú, 2010; Pierre Peurru INAMHI-MAG Ecuador, 1995; Lluvias intensas INAMHI Ecuador, 2019.
- Las precipitaciones máximas diarias para el período de retorno de 100 años, en la cuenca hidrográfica analizada, calculada en base a la estación meteorológica M0188, con registros desde 1963 hasta el 2015 fue de 138.4 mm/día.
- El caudal máximo diario de diseño, correspondiente al período de retorno de 100 años, para el río Papallacta hasta el punto de cierre en las coordenadas: X 831014; Y 9953948 es de 320.5 m³/s.
- Las profundidades máximas del agua alcanzadas en el tramo de modelación hidráulica del río Papallacta oscilan desde 0.19 m hasta 2.30 m, la mayor profundidad se ubica en el cauce principal del mencionado río.
- Como resultado de la modelación hidrodinámica para caudales extremos correspondientes al período de retorno de 100 años, respecto a la vivienda evaluada de Wilmer Toapanta, se observó velocidades máximas del agua que van desde los 2.25 m/s hasta 6.30 m/s, observado valores extremos en las curvaturas de los meandros del río Papallacta.
- La cobertura vegetal existente en la vertiente donde se ubican las torres para el tendido eléctrico no brinda la protección adecuada ya que el suelo no está consolidado, sumado a las intensas precipitaciones propias de esta época aceleran los procesos de remoción ya que el suelo pierde su equilibrio.
- La falta de un diseño de infraestructura hidráulica adecuada para la recolección del agua de escorrentía en los alrededores de las torres para el tendido eléctrico ocasiona la sobresaturación del suelo, ya que los calanes existentes no descargan sus aguas en zonas estables como es el caso de quebradas o ríos.
- De acuerdo con la estimación del Factor de LS (longitud de la pendiente) en la zona de estudio de la parroquia Cuyuja, este varía de 0.01 a 5957.96, el cual es un valor adimensional, y de acuerdo al análisis espacial realizado con el software SAGA-GIS, se puede decir que las áreas de color rojo corresponden a formas del terreno que tienen pendientes > a 40 %, las cuales determinan alta susceptibilidad a la ocurrencia de procesos de remoción en masa.

9. Recomendaciones

RECOMENDACIONES	RESPONSABLES	ENTES DE APOYO
Construir tres espigones fluviales en la ribera izquierda del río Papallacta, compuestos por muros de gaviones que reorienten las aguas de escorrentía superficial del mencionado río hacia la orilla opuesta.	GAD Provincial	GAD Cantonal EPA MTOF
Evaluar los costos de la construcción de los 3 espigones fluviales distribuidos y enclavados en la orilla izquierda para reorientar las velocidades del agua hacia la ribera derecha del río Papallacta en el tramo fluvial que permita salvaguardar las estructuras ubicadas cerca a la ribera izquierda como es el caso de la vivienda de Wilmer Toapanta.	GAD Cantonal	GAD Parroquial GAD Provincial EPA
Realizar una comparación entre los costos de la implementación de los tres espigones fluviales, así como la reubicación de las viviendas cercanas al río en otro sitio seguro y tomar una decisión.	GAD Cantonal	GAD Parroquial
Construir 2 o 3 canales de desviación para la descarga de aguas hacia la quebrada (Salargache), ubicada aguas arriba de la zona urbana de Cuyuja parte derecha del parteaguas, el canal debe estar revestido con liner (geomembrana) para evitar la infiltración, la forma del canal debe ser trapezoidal, con pendiente interna de fondo de 3 a 4 %, la capacidad hidráulica del canal calcular de acuerdo al período de retorno de 100 años.	GAD Parroquial	GAD Cantonal GAD Provincial MTOF
Reforestar la zona usando árboles nativos que posean un sistema radicular profundo, plantar en sistema tres bolillo a una distancia de 3X3x3 dando un total aproximado de 333 plantas/ha.	GAD Parroquial	GAD Cantonal MAG MAATE
Realizar un monitoreo constante de las grutas ubicadas en la vertiente aguas arriba del tanque de captación de agua potable de Cuyuja.	GAD Parroquial	GAD Cantonal MTOF
Construir una pantalla protectora o muro de concreto para evitar daños en los tanques de tratamiento de agua potable.	GAD Cantonal	GAD Provincial MTOF
Realizar una tomaografía eléctrica o sondeos eléctricos verticales con la finalidad de identificar la profundidad de las aguas subterráneas.	GAD Parroquial	IIGE Petroecuador CELEC
Toma de medidas de resguardo para vehículos que transitan por la vía E20 en las abscisas 382+000 – 382+000, colocando avisos y cintas de peligro, a la vez analizar otras variantes de paso para este tramo vial, reconformar y revegetar el talud erosionado en la vía.	MTOF	GAD Cantonal GAD Provincial
Extender el canal construido por Hidrovictoria para la conducción de aguas lluvias hasta sitios seguros y estables, en las zonas intermedias del canal colocar disipadores de energía del agua de escorrentía superficial, al igual que al	Hidrovictoria	CELEC GAD Cantonal EPA

final del mismo, adicionalmente implementar bermas en tierra y de asfalto frío o caliente que redirijan las aguas hasta los canales ya mencionados.		
Evaluar el traslado o reubicación de las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cuyuja, la cual se encuentra en mal estado, sobre todo el tanque sedimentador y en cualquier momento podría colapsar hacia el río Papallacta.	GAD Cantonal	GAD Parroquial MAATE
Realizar estudios meteorológicos e hidrológicos en la microcuenca del río Papallacta adyacente a la vivienda de Wilmer Toapanta para alimentar el modelo hidráulico con insumos de precipitaciones y caudales.	INAMHI	GAD Provincial EPA
En dependencia de las velocidades y su evaluación cuantitativa proponer baterías de espigones fluviales para redirigir las aguas del río hacia el centro de este y margen derecha, eliminado el riesgo de erosión de riberas.	GAD Cantonal	GAD Provincial EPA

10. Firmas de responsabilidad

Elaborado por:	Elaborado por:
 Firmado electrónicamente por: DARWIN BENIGNO YÁÑEZ BORJA Validar Únicamente con FirmatEC f. _____	 Firmado electrónicamente por: OMAR MACHADO GONZÁLEZ MOLLEDA Validar Únicamente con FirmatEC f. _____
Ing. Darwin Yáñez Borja Analista de Riesgos	Ing. Omar Machado González-Molleda Analista de Riesgos
Revisado por:	Aprobado por:
 Firmado electrónicamente por: LUIS DAVID ÁVILA OÑATE Validar Únicamente con FirmatEC f. _____	 Firmado electrónicamente por: DANIEL ELÍAS SÁNCHEZ MARÍN Validar Únicamente con FirmatEC f. _____
Ing. Luís David Ávila Oñate Director de Análisis de Riesgos	Ing. Daniel Elías Sánchez Marín Subsecretario de Gestión de Información y Análisis de Riesgos

11. Anexo fotográfico

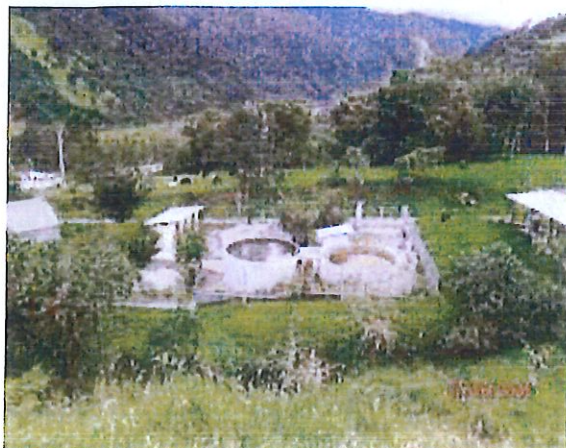


Foto 1. Tanques para el tratamiento de agua potable de Cuyuja.



Foto 2. Presencia de grietas en la vertiente aguas arriba de la planta de agua.



Foto 3. Deslizamiento ocurrido aguas arriba de la planta de tratamiento de agua.



Foto 4. Canal para recolección de agua lluvia parte alta de zona urbana de Cuyuja.



Foto 5. Muro de contención construido para proteger tubería de Hidrovictoria.



Foto 6. Tanque de sedimentación en la planta de tratamiento de aguas residuales.



Foto 7. Talud colindante a la vivienda de Wilmer Toapanta.



Foto 8. Zona con presencia de erosión hídrica de riberas.



Foto 9. Tramo vial asentado por falla de borde sector Alejandría.



Foto 10. Remoción en masa recurrente aguas de la torre para tendido eléctrico.



Foto 11. Zona de descarga de aguas de Escorrentía superficial.



Foto 12. Canal para recolección de aguas de escorrentía superficial.