



**RESOLUCIÓN N° SGR-067-2016**

**MGS. SUSANA DUEÑAS DE LA TORRE**  
**SECRETARIA DE GESTION DE RIESGOS**

**CONSIDERANDO:**

- Que,** mediante Decreto Ejecutivo No. 1046-A del 26 de abril del 2008, publicado en Registro Oficial No. 345, de 26 de mayo de 2008, se reorganiza la Dirección Nacional de Defensa Civil, y se crea la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, adscrita al Ministerio de Coordinación de Seguridad Interna y Externa, adquiriendo por este mandato, todas las competencias, atribuciones, funciones, representaciones y delegaciones constantes en leyes, reglamentos y demás instrumentos normativos que hasta ese momento le correspondían a la Dirección Nacional de Defensa Civil y a la Secretaría General del COSENA, en materia de Defensa Civil;
- Que,** mediante Decreto Ejecutivo No. 42 del 10 de septiembre del 2009, publicado en Registro Oficial No. 31, de 22 de septiembre de 2009, la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, pasa a denominarse Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos que ejercerá sus competencias y funciones de manera independiente, descentralizada y desconcentrada;
- Que,** mediante Decreto Ejecutivo No. 103 del 20 de octubre del 2009, publicado en Registro Oficial No. 58, de 30 de octubre de 2009, mediante el cual se reforma el Decreto Ejecutivo No. 42, y se le da el rango de Ministro de Estado a la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos;
- Que,** mediante Decreto Ejecutivo No. 62 del 05 de agosto de 2013, publicado en Registro Oficial No.63, de 21 de agosto del 2013, suscrito por el señor Presidente Constitucional de la República del Ecuador, Econ. Rafael Correa Delgado, reforma el Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva cambiando la denominación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos por la Secretaría de Gestión de Riesgos;
- Que,** en el artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador señala que es obligación del Estado proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad;
- Que,** de conformidad con el artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador, el Estado ejercerá la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través del organismo técnico establecido en la ley;
- Que,** el literal d) del artículo 11 de la Ley de Seguridad Pública y del Estado, establece que la rectoría sobre la gestión de riesgos la ejercerá el Estado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos;



- Que,** el artículo 3 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, establece que la Secretaría de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde: *"a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano; b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo; c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión; d) Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción; e) Gestionar el financiamiento necesario para el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y coordinar la cooperación internacional en este ámbito; f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior; g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; y, h) Coordinar la cooperación de la ayuda humanitaria e información para enfrentar situaciones emergentes y/o desastres derivados de fenómenos naturales, siconaturales o antrópicos a nivel nacional e internacional"*.
- Que,** el artículo 16 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, determina lo siguiente: *"Las disposiciones normativas sobre gestión de riesgos son obligatorias y tienen aplicación en todo el territorio nacional. El proceso de gestión de riesgos incluye el conjunto de actividades de prevención, mitigación, preparación, alerta, respuesta, rehabilitación y reconstrucción de los efectos de los desastres de origen natural, socio-natural o antrópico"*.
- Que,** el artículo 17 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, determina lo siguiente: *"Se entiende por riesgo la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso con consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y en un tiempo de exposición determinado. Un desastre natural constituye la probabilidad de que un territorio o la sociedad se vean afectados por fenómenos naturales cuya extensión, intensidad y duración producen consecuencias negativas. Un riesgo antrópico es aquel que tiene origen humano o es el resultado de las actividades del hombre, incluidas las tecnológicas"*.
- Que,** el artículo 18 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, determina lo siguiente: *"a. Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos; b. Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Coordinación de Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República; c. Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema; d. Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; e. Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión; f. Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población; y, g. Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la*



Secretaría de  
**Gestión de Riesgos**

*investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades”.*

**Que,** el Art. 140 del Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD, establece: *“La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.*

*Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.*

*Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención.*

*La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos.”*

**Que,** mediante Resolución No. SGR-038-2014, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 211 de 25 de noviembre de 2014, se expide el Manual de Comité de Gestión de Riesgos.

**Que,** de conformidad con la Constitución y la Ley de Seguridad Pública y del Estado son funciones de la Secretaría de Gestión de Riesgos, entre otras, articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre; y, realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional;

**Que,** mediante Decreto Ejecutivo No. 1008, de 4 de mayo de 2016, se nombra como Secretaria de Gestión de Riesgos a la señora Ing. Susana María Dueñas De La Torre;

**Que,** mediante Resolución Nro. SGR-042-2014 de junio 27 del 2014, la Dra. María Pilar Cornejo de Grunauer, ex Secretaria de Gestión de Riesgos, resuelve declarar la zona de riesgo un área de 13.3 kilómetros cuadrados, en el sector de la confluencia de los ríos Toachi -Pilátón;

**Que,** mediante Resolución Nro. SGR-028-215 de marzo 24 del 2015, la Dra. María Pilar Cornejo de Grunauer, ex Secretaria de Gestión de Riesgos, resuelve ampliar la zona de riesgo un área de 185 kilómetros cuadrados, en el sector de La Palma, hasta las cercanías de Villa Aidita, tramo Alóag-Santo Domingo.



**Que,** mediante Informe Técnico – Análisis de las inundaciones y desbordamiento del Río Damas-Alluriquín ocurridas en el poblado Alluriquín, parroquia San José de Alluriquín, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, aprobado por el Ing. Ricardo Peñaherrera, Subsecretario de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos, recomienda:

*“Mantener los bosques y la cubierta vegetal del terreno par aprevenir la erosión y deslizamientos.*

*A la entrada de la comunidad de Alluriquín sector derecho (vía Santo Domingo – Quito) existe un puente SIMPLE, el cual está compuesto de dos estribos y una luz aproximada de 15 metros y ancho de 6 metros, se recomienda revisar técnicamente el estribo derecho del puente, que producto de la crecida del caudal (agua, lodo y escombros) fue afectando la estabilidad del mismo.*

*Limpieza del cauce del río Alluriquín en los 400 metros del poblado, aproximadamente.*

*Elaborar estudios hidrológicos-hidráulicos para definir la forma y capacidad hidráulica de paso del cauce fluvial a todo lo largo del poblado Alluriquín.*

*Cambio de uso del suelo en la cuenca hidrográfica (establecimiento de bosques y cultivos que se adapten a la topografía y textura del suelo)*

*Establecimientos de bosques de compensación en sitios afectados.*

*Detección de sitios y sectores potencialmente en riesgos por deslizamiento con ayuda de simulaciones numéricas por movimiento en masa, esto constituye una medida a corto plazo.*

*Establecer un sistema de alerta temprana hidrometeorológico en la cuenca hidrográfica del río Alluriquín la misma constituye una medida excelente a mediano y largo plazo, ya que previene con antelación y gran certeza el tiempo de evacuación de los habitantes ribereños.*

*Instalar sistema de avisos comunitarios a través de telefonía fija y celular mediante un enlace eficiente entre los pobladores ribereños de la cuenca alta y media (sector Damas) con los pobladores de la cuenca baja del poblado Alluriquín. Esto constituye una medida a corto plazo y la solución inmediata junto a la reubicación temporal de los moradores para la reducción de riesgos por inundaciones.*

*Con respecto a la zona de riesgo delimitada mediante resolución Nro. SGR-028-2016 de marzo 24 del 2015, en la cual se amplía la zona de emergencia decretada de 13,3 km<sup>2</sup> a 185 km<sup>2</sup> debido a la gran cantidad de nuevos deslizamientos ocurridos en la zona, se ratifica la zona de riesgo delimitada para poder canalizar las estrategias y recursos tecnológicos y económicos necesarios para, de manera urgente, la corrección de taludes, gestión adecuada de los recursos hídricos y con ello fortalecer las políticas de ordenamiento del territorio de los sectores analizados, en función del plan mencionado anteriormente.”*



Secretaría de  
**Gestión de Riesgos**

Por los antecedentes expuestos y en ejercicio de las facultades legales, en atribución a lo establecido en el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador:

**RESUELVE:**

**Artículo 1.- ACOGER** el Informe Técnico – Análisis de las inundaciones y desbordamiento del Río Damas-Alluriquín ocurridas en el poblado Alluriquín, parroquia San José de Alluriquín, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, aprobado por el Ing. Ricardo Peñaherrera, Subsecretario de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos.

**Artículo 2.- RATIFICAR** la zona de riesgo delimitada, mediante Resoluciones No. SGR-042-2014, de 27 de junio de 2014 y No. SGR-028-2015, de 24 de marzo de 2015.

**Artículo 3.- INSTAR** al Ministerio del Ambiente y al Ministerio de Transporte y Obras Públicas, para que en el ámbito de sus competencias y atribuciones realicen las acciones administrativas, técnicas y legales con la finalidad de cumplir con las recomendaciones establecidas en el informe técnico señalado en el artículo anterior.

**Artículo 4.- DISPONER** al Viceministro de Gobernabilidad del Ministerio del Interior, a los Gobernadores de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi; a los Prefectos y Alcaldes de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Cotopaxi, que se encuentran en las zonas de influencia de la zona de riego, para que dentro del ámbito de sus competencias realicen todas las acciones administrativas, técnicas y legales que el caso amerite, para cumplir con las recomendaciones establecidas en el informe técnico mencionado en el artículo primero de esta resolución.

**Artículo 5.- NOTIFICAR** al Ministro de Ambiente, Ministro de Transporte y Obras Públicas, Viceministro de Gobernabilidad del Ministerio del Interior, a los Gobernadores de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi; a los Prefectos y Alcaldes de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Cotopaxi, que se encuentran en las zonas de influencia de la zona de riego con el contenido de esta resolución.

**Artículo 6.-** El seguimiento de las actividades que se desarrollen en torno a esta resolución estará a cargo de las Coordinaciones Zonales 3, 4 y 9 de Gestión de Riesgos y de la Subsecretaría de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos.

**Artículo 7.- PUBLICAR** el contenido de la presente Resolución en el Registro Oficial; y, la página web de la Secretaría de Gestión de Riesgos, la misma que entrará en vigencia a partir de su suscripción.

Dada y firmada en el cantón Samborondón, provincia del Guayas, a los veintiséis días del mes de mayo de dos mil dieciséis.

**SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS**

  
**MGS. SUSANA DUEÑAS DE LA TORRE**  
**SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS**



## **INFORME TÉCNICO**

### **ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES Y DESBORDAMIENTO DEL RÍO DAMAS-ALLURIQUÍN OCURRIDAS EN EL POBLADO ALLURIQUÍN, PARROQUIA SAN JOSÉ DE ALLURIQUÍN, CANTÓN SANTO DOMINGO, PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.**

#### **1. ANTECEDENTES**

Debido a las fuertes y constantes precipitaciones de la madrugada del día martes 26 de abril de 2016 provocaron que el río Alluriquín se desbordara en la población de Alluriquín afectando a los moradores ubicados en la margen derecha del mencionado río, los habitantes del sector debieron evacuar sus viviendas y negocios debido a la inundación por desbordamiento del río Damas-Alluriquín.

Mediante correo electrónico con fecha 28 de abril del 2016 se solicitó por parte del Ing. Ricardo Peñaherrera, Subsecretario Técnico de la Secretaría de Gestión y Dirección de la Información, el apoyo técnico de un grupo multidisciplinario conformado por profesionales e ingenieros: Hidrólogo, Geólogo y Civil, con el fin de establecer las causas del evento de inundación y desbordamiento del río Damas-Alluriquín, estabilidad geológica de la cuenca hidrográfica y el análisis de estabilidad de la zona. El sitio de estudio se encuentra localizado en las terrazas aluviales bajas del río Alluriquín, así como en las partes media y alta de la cuenca hidrográfica que lo conforman, parroquia San José de Alluriquín, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas, declarada como zona de riesgo según la RESOLUCIÓN No. SGR-028-2015 del 24 de marzo de 2015, en la cual se amplía la zona de emergencia decretada de 13,3 Km<sup>2</sup> a 185 Km<sup>2</sup> debido a la gran cantidad de nuevos deslizamientos ocurridos en la zona.

#### **2. OBJETIVOS GENERALES**

- Elaborar un análisis en la cuenca hidrográfica del río Alluriquín para conocer las causas que originaron la crecida catastrófica por inundación y el desbordamiento del mismo por aluvión.
- Determinar el estado actual en la cuenca superior del río Alluriquín de los deslizamientos ocurridos, aguas arriba, en las cabeceras de los afluentes: río Damas-Alluriquín, estero San Vicente y otros.
- Determinar las principales amenazas ante un nuevo desbordamiento del río Damas-Alluriquín en la zona de estudio, por inestabilidad de taludes debido a causas naturales y antrópicas.
- Propuesta de medidas ingenieriles estructurales y no estructurales para reducción de los efectos negativos ante inundaciones por desbordamiento.

### 3. ALCANCE

El presente trabajo consistió en la identificación y verificación de las afectaciones que tuvieron lugar producto del desbordamiento del río Damas-Alluriquín por aluvión, determinación de las causas de su origen, evaluación de daños y propuesta de un conjunto de medidas ingenieriles de reducción estructurales y no estructurales para reducción de las inundaciones en el área de estudio.

### 4. LIMITACIONES

- No se dispone de un modelo digital de elevación (DEM) con alta precisión de la zona, para realizar las modelaciones por lo que se tuvo que utilizar el DEM de 30 m, el cual arroja resultados muy gruesos e imprecisos.
- No se dispone de ortofotos de la zona, para realizar las modelaciones hidráulicas, por lo que se tuvo que utilizar como ortofoto Imagen de Word imagery, menos nítida y más inexacta.
- No se dispone de equipo hidrológico ADCP para las mediciones automáticas del caudal, así como tampoco molinete hidrométrico con sus accesorios; equipos necesarios para la determinación del caudal base e introducir en las modelaciones.
- No se dispone en la cuenca hidrográfica en estudio de estaciones meteorológicas ni estaciones hidrológicas, así como tampoco de series de caudales máximos necesarios para las modelaciones.
- Ausencia de un sobrevuelo en helicóptero o en su defecto DRON para poder realizar una inspección técnica integral rápida de todos los deslizamientos ocurridos y por ocurrir en la parte superior y media de la cuenca hidrográfica en estudio.

*[Handwritten signature]*



## 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La parroquia San José de Alluriquín se encuentra ubicada en el kilómetro 79 de la vía Alóag - Santo Domingo, pertenece a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se ubica al centro noroeste del país (al sureste del cantón Santo Domingo de los Colorados), posee una altura promedio de 739 msnm. (Figura 1)

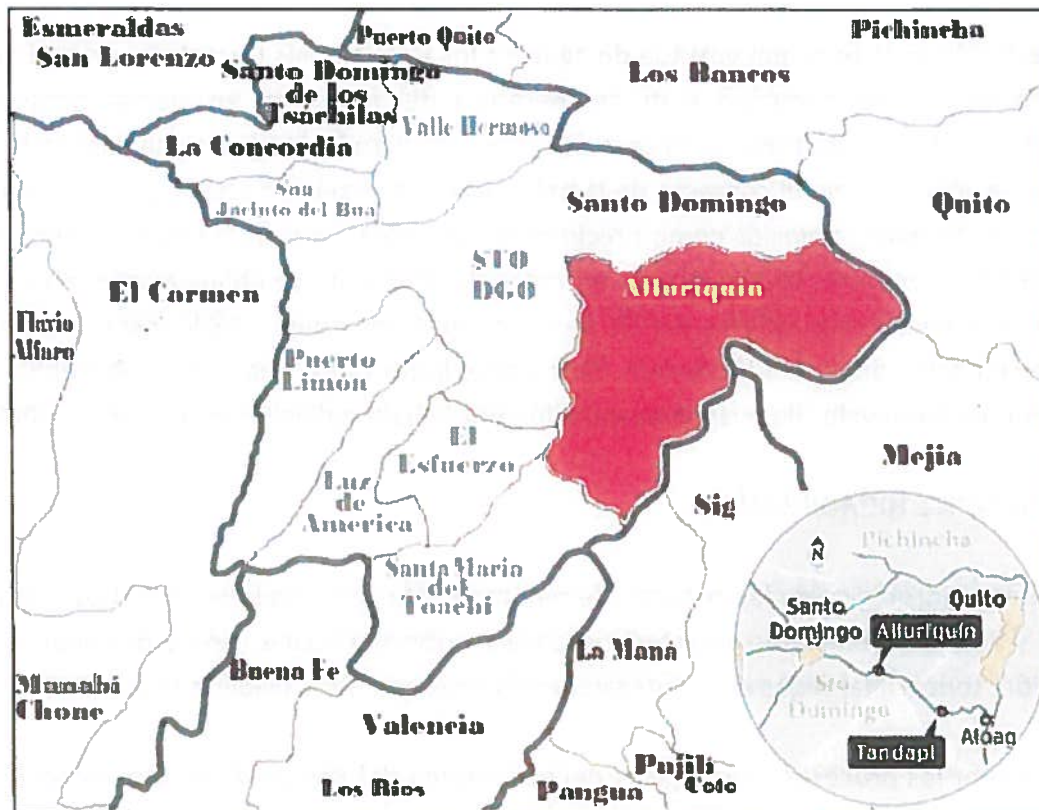


Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia Alluriquín.  
Fuente DAR-SGR 2016

El área de estudio, la unidad hidrográfica del río Alluriquín se encuentra enmarcada dentro de la cuenca del río Toachi, en la parroquia San José de Alluriquín, cantón Santo Domingo de los Colorados, provincia Santo Domingo (Figura 2).

## 6. CLIMATOLOGÍA

El área de estudio desde el punto de vista de las zonas de vida de Holdrich, la zona de Alluriquín corresponde al Bosque Muy Húmedo Subtropical-Premontano, con una temperatura promedio anual de 19°C (subtropical premontano), y una precipitación promedio anual de 2300 mm (muy húmedo).

Las masas húmedas que vienen del litoral se condensan (cambio de fase de gaseoso a líquido) a partir del pie de monte y a lo ancho de la en que en la zona siempre llueva.

Esta zona corresponde al Bosque Andino, o Bosque Nublado Tropical que presenta condiciones persistentes de neblina los cuales de forma general están entre 800 y 3500 msnm (Bruijnzeel, Mulligan, & Scatena, 2011).

La precipitación es la principal entrada de agua en los ecosistemas terrestres, sin embargo las características de humedad y de temperatura del ambiente en ciertas ocasiones producen neblina en esta zona. En el caso de la zona de estudio juega un papel importante en las zonas altas, ya que el contacto de la neblina con la vegetación hace que esta última atrape parte del agua, conocida como precipitación horizontal que es la lluvia transportada por el viento y la neblina. En Ecuador las entradas de por viento y neblina aumentan con la altura, se han encontrado valores del 2% de la precipitación anual a 1800 msnm y de 40% de la precipitación anual a 3200 msnm. Otro papel importante que cumple la neblina es que disminuye los niveles de evapotranspiración por la baja radiación solar (Tobón, 2009).

## 7. HIDROLOGÍA E HIDROGRAFÍA

La respuesta hidrológica de las cuencas de montaña está controlada por muchos factores bióticos y abióticos, como las características físico subsuperficiales, tipo y densidad de la vegetación, topografía, todas estas interactuando unas con otras (Molina et al., 2007).

Para entender los procesos hidrológicos del ecosistema del Bosque Andino es importante conocer como interactúa el agua con la vegetación y el suelo.

El río Damas-Alluriquín constituye un afluente de 1<sup>er</sup> orden del río Toachi, sus aguas corren en dirección y sentido de Sur a Norte, desembocan en el río Toachi, tiene un área colectora de 47.4 km<sup>2</sup>. El río objeto de estudio, atraviesa la población de Alluriquín, parroquia San José de Alluriquín. El afluente más importante del río Alluriquín es el río Damas, desemboca en su margen derecha y ha sido el escenario de varios deslizamientos en cascada acontecidos en varias cabeceras de sus afluentes y que han ocasionados represamientos naturales, rotura de los mencionados diques y como consecuencia inundaciones y aluviones en la cuenca baja del río antes mencionado (Figura 2).

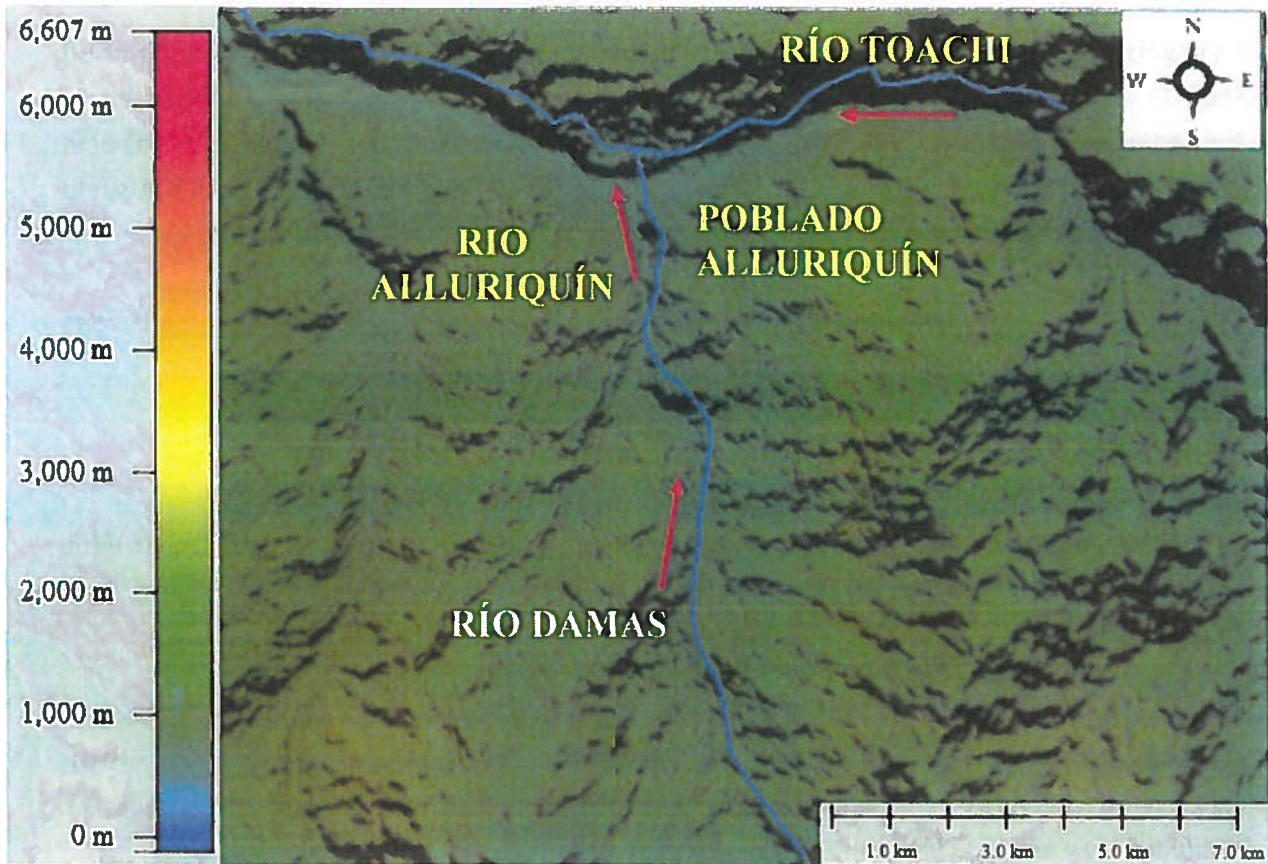


Figura 2. El afluente más importante del río Alluriquín es el río Damas. Fuente DAR-SGR 2016.

## 8. SUELO

Los suelos predominantes del sector son los Andisoles con texturas francas predominantes, que tienen gran cantidad de materia orgánica, especialmente en la zona de bosque, lo que les provee de características hidrofísicas muy especiales como la alta capacidad de almacenamiento e infiltración de agua, con un nivel de transmisibilidad hidráulica que los vuelve reguladores de caudal, lo que los convierte en ecosistemas de alto rendimiento hídrico (Tobón, 2009). Esto se evidencia en las quebradas y ríos que no han sido muy alterados y en los que se puede encontrar agua, incluso en épocas menos húmedas, que corresponde a los meses de junio a noviembre.

## 9. VEGETACION

La vegetación natural se encuentra muy intervenida predominando pastos para alimento del ganado, con algunos cultivos dispersos. El bosque natural de esta zona es el bosque andino que comienza a los 1000 msnm aproximadamente. El Bosque Andino de estos

ecosistemas se caracteriza por la presencia de Briofitas como los musgos, líquenes y bromelias que aprovechan la precipitación horizontal (niebla y lluvia transportada por viento) a manera de "esponjas".

La vegetación natural aporta la materia orgánica indispensable para el suelo, ya que por un lado la hojarasca que aporta el bosque húmedo durante todo el año (absorben la humedad del ambiente) y por otro lado, protegen la radiación solar del suelo. Además esta materia orgánica es responsable en gran parte de las propiedades hidrofísicas del suelo como gran capacidad de almacenamiento como lo son los Andisoles (Tobón, 2009).

Este equilibrio entre la vegetación y el suelo es muy frágil y se ha visto afectado en la zona de estudio como se pudo constatar en las inspecciones de campo.

## 10. HIDROGEOLOGÍA

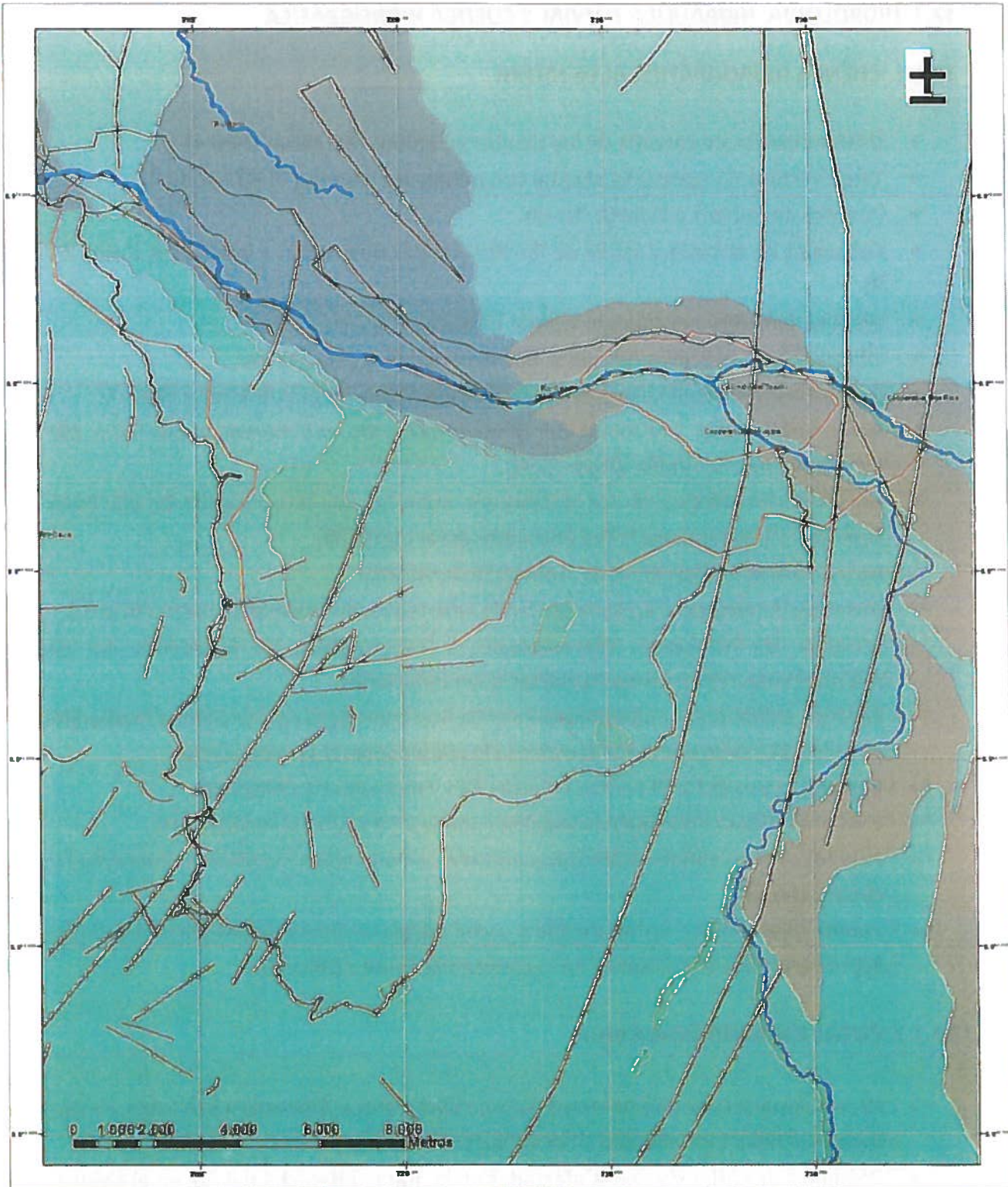
La hidrogeología de los bosques andinos es muy particular ya que la baja escorrentía superficial y alta infiltración durante los eventos de precipitación favorecen a la recarga de la humedad del suelo y de los reservorios subterráneos que son reguladores de caudal.

La formación Macuchi es la formadora de los acuíferos y está compuesta por areniscas volcánicas de grano grueso, que son los posibles acuíferos, además de brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, micrograbos-diabasas, basaltos sub-porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

## 11. GEOLOGIA

Geológicamente el sector de Alluriquín está compuesto por una roca volcánica de estructura masiva de color verde pasando a un color violáceo, perteneciente a la Formación Cretácica Macuchi que está constituyendo el basamento (Figura 3).

**MAPA GEOLÓGICO SECTOR ALLURIQUIN**




**LEYENDA GEOLOGÍA**

- DEPOSITOS SUPERFICIALES
- CONGLOMERADOS DE ZARAPULLO
- F SAN TADEO
- U MACUCHI

**SIMBOLOGÍA**

- Río Doble
- Río simple
- Limite
- Área de estudio
- Fallas
- Poblado
- Coordenadas UTM



 <b>SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS</b>		<b>SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS</b>	
<b>MAPA GEOLÓGICO SECTOR ALLURIQUIN</b>			
INSTITUCIÓN: SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS DIRECCIÓN: DIRECCIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGOS	FECHA DE INFORMACIÓN: 2014 AUTOR DEL MAPA: [ ]	ESCALA TRAZADO: 1:50,000 ESCALA IMPRESIÓN: 1:100,000	APROBADO POR: [ ] FECHA: 14/12/14

**Figura 3. Mapa Geológico sector Alluriquín (Fuente DAR-SGR, 2015).**

## **12. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA**

### **12.1. HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA FLUVIAL Y CUENCA HIDROGRÁFICA**

#### **12.1.1. CUENCA HIDROGRÁFICA ALTA-MEDIA**

- Deslizamientos en cascada de los taludes en ambas márgenes (foto 4).
- Talud vertical sin cobertura vegetal con pendiente superior al 90% (foto 4).
- Puentes destruidos a lo largo del río.
- Cabezales de entrada y salida de las alcantarillas obstruidos y destruidos (fotos 7 y 8).
- Vialidad dañada y cortada por tramos (foto 5).
- Obstrucciones parciales del cauce fluvial por tramos (foto 3 y 4).
- Gran arrastre de sedimentos conformados por rocas de gran diámetro (foto 3).
- Agua turbia, color chocolate por gran arrastre de sedimentos provocados por deslizamientos continuos (fotos 2 y 3).
- Afectación psicológica de los pobladores ribereños (se han mudado de sus casas cómodas y han huido para los sitios altos de la montaña).
- Ausencia alcantarillas en varios tramos de la vialidad.
- Ausencia de cabezales en las alcantarillas existentes en la vialidad interna (foto 7).
- Ausencia de estaciones meteorológica e hidrométrica en la cuenca del río Alluriquín para emitir avisos o alertas de inundaciones.
- Falta de solidaridad y comunicación entre los comuneros de la cuenca media-alta para realizar avisos por inundaciones a los pobladores de la cuenca baja.
- Cambio de uso del suelo en las cuencas alta y media del río Alluriquín.
- Erosiones hídricas encima de la vialidad: laminar, en surcos y en cárcavas.
- Palizadas obstruyendo alcantarillas en drenajes que cortan la vialidad interna de la cuenca (foto 8).
- Puentes peatonales en mal estado y con riesgo a derrumbarse para el paso de lugareños sobre el río Damas en la cuenca media-alta (foto 10).

#### **12.1.2. CUENCA HIDROGRÁFICA BAJA**

- Gran acumulación de sedimentos (rocas de diferentes diámetros) a lo largo y ancho del cauce fluvial, cambiando su morfometría (foto 3).
- Presencia de varias viviendas afectadas en la margen derecha del río, en el poblado Alluriquín, por el desbordamiento del río antes mencionado (foto 2).
- Comercios afectados en la margen derecha.
- Puente peatonal destruido que comunicaba a los pobladores de la margen izquierda del poblado con los de la margen derecha.

- Variación del cauce fluvial con acumulaciones de rocas y sedimentos en las secciones hidráulicas (fotos 9 y 10).
- Ausencia de un sistema de alerta hidrometeorológico para aviso contra inundaciones, evitando muertes de personas y animales.
- Ausencia de señalética para evacuación del personal ribereño.
- Muros ribereños estructurales de hormigón en el poblado Alluriquín semidestruidos e insuficientes para detener los grandes picos de las crecidas o caudales extremos (foto 2).
- Ausencia de enrocados y espigones derivadores del flujo en los meandros con gran velocidad erosiva.
- Muros longitudinales ribereños construidos de forma empírica, muy rápida sin los materiales y compactaciones adecuadas (foto 9)
- Ausencia de un plan B, para emisión de alertas o avisos a la población en caso de repetirse un evento adverso natural similar a lo ocurrido.
- El río Damas-Alluriquín bajo la fuerte presión de la crecida por las intensas lluvias del sector, aunado a la existencia del puente peatonal incorrectamente ubicado en el tramo fluvial del río mencionado, trajo como consecuencia rompiera el dique maltrecho y tomó la dirección del paleocauce antiguamente existente afectando la infraestructura del sector y provocando la muerte de personas.

## 12.2. GEOLOGIA

- En el sector de Alluriquín se observó además un depósito superficial y extenso, constituido de gujarros y cantos rodados pobremente estratificados en una matriz areno limosa, el depósito tiene una superficie plana con un espesor entre 200 y 300 metros (Conglomerados de Sarapullo), que están formando terrazas a lo largo del río Toachi y lomas aterradas a lo largo del río Damas aguas arriba. (Figura 3)
- Siguiendo el curso del río Damas aguas arriba se pudo observar una fuerte correntada debido a las fuertes lluvias originando que se produzcan deslizamientos de suelo, rocas y lodo en las partes altas, en los afluentes de este río, formando un represamiento que posteriormente provocó el desbordamiento arrasando algunos tramos del carretero, destrucción de puentes y viviendas asentadas en sus riberas, con la posterior afectación del pueblo.

## 12.3. ESTABILIDAD GEOMÉTRICA DE LOS TALUDES

- En algunos taludes se ha modificado su geometría acrecentando las cargas externas por el cambio en el contenido de agua, que es una de las condiciones que varían el factor de seguridad ya que se han modificado las características resistentes del suelo y el peso del mismo.

- Al incrementarse el contenido de agua disminuye la resistencia del suelo y se incrementa el peso del mismo, por tanto aumentan las fuerzas actuantes y disminuye el factor de seguridad, de tal manera que los cambios en el contenido de agua, el cambio en el uso del suelo y por encontrarse en zonas de deformación tectónica son los causantes de la desestabilización de los taludes en los sitios de análisis.

### 13. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA Y EVALUACIÓN DE LA INUNDACIÓN EN EL TRAMO

Para evaluar la magnitud de la inundación en el sitio de estudio se utilizó el modelo numérico bidimensional IBER, versión 2.2., el cual es un software libre o no comercial, elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Coruña, España. Dicho modelo matemático se utiliza para el flujo hidromorfológico de cauces fluviales.

Usando Geomática aplicada e incluye programas de computación tales como: Global Mapper, ArcGis, Excel y otros, se determinaron los parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica, se calcularon las intensidades de la precipitación, se calcularon los caudales correspondientes para diferentes períodos de retorno, se definió el caudal de diseño para un período de 100 años y se estimó el caudal base del río. (Ver Tablas 1, 2 y 3) y Figuras 4 y 5).

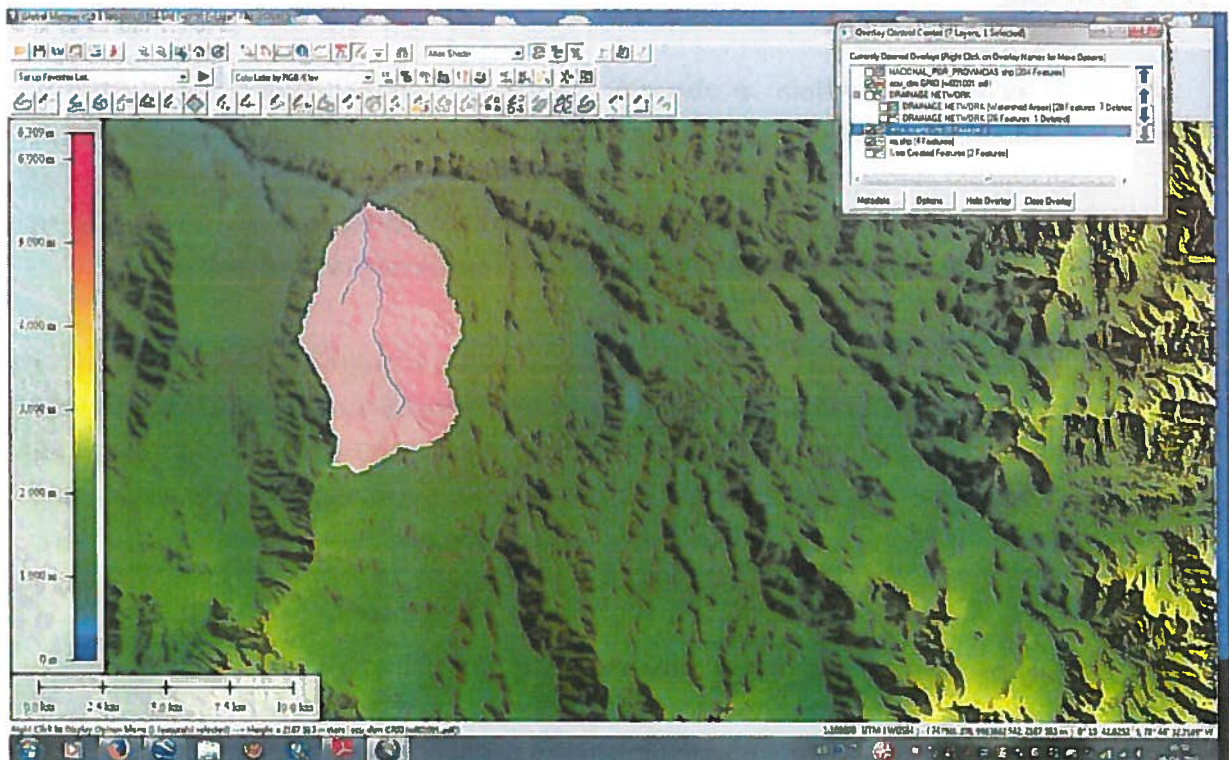


Figura 4. Modelo digital del terreno de 30m y área de la cuenca hidrográfica del río Alluriquín hasta el poblado Alluriquín.



Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica					
Área de la cuenca, Km <sup>2</sup>	Longitud del río, Km	Pendiente del río, %	Altura máxima, m	Altura mínima, m	Número de curva
47.3	9.44	7.30	1449	760	56.3

Tabla 1. Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del río Alluriquín hasta el poblado Alluriquín.

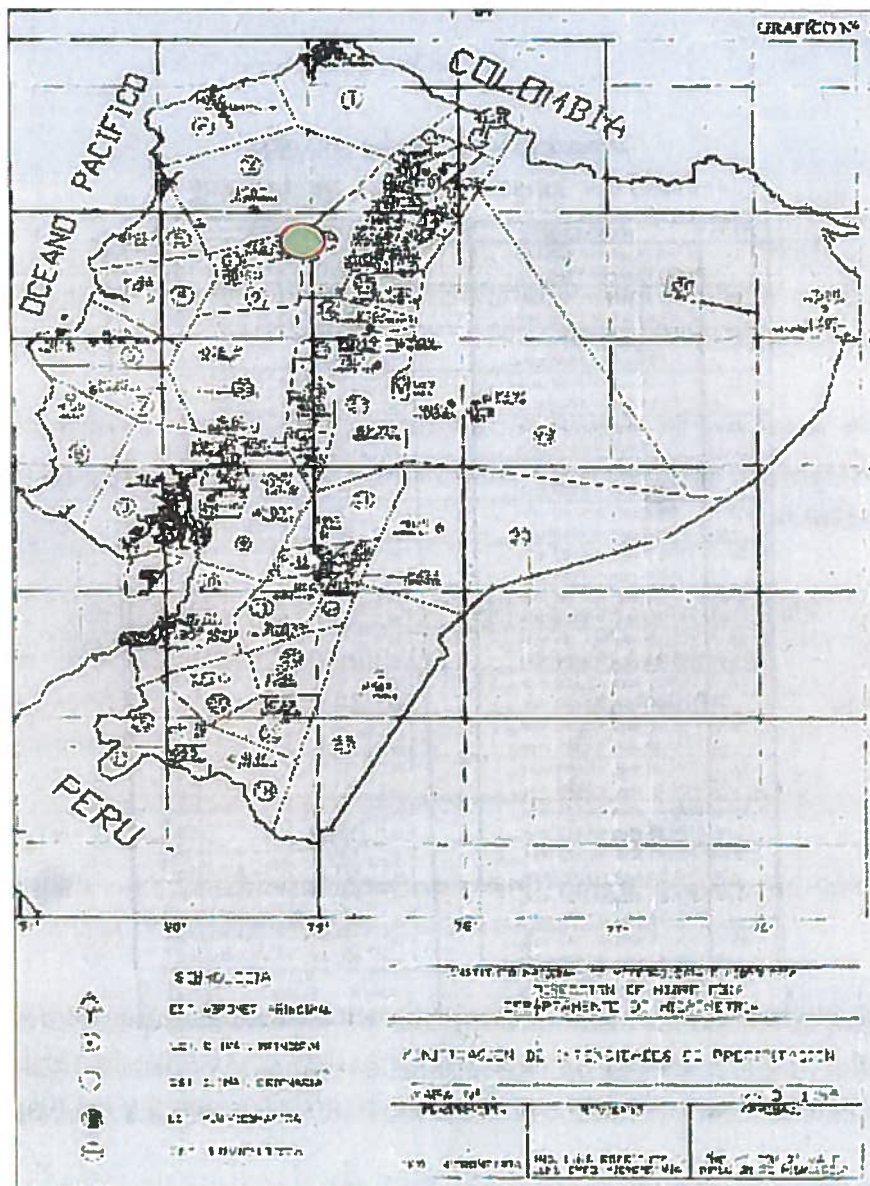


Figura 5. Ubicación de la zona de estudio (zona 22), para determinación de las intensidades máximas de las precipitaciones.

Intensidades máximas de precipitaciones para diferentes períodos de retorno, mm/min		
25	50	100
160	176	185

**Tabla 2.** Intensidades máximas de las precipitaciones para la cuenca del río Alluriquín-poblado Alluriquín

#	Métodos	Caudales máximos para diferentes períodos de retorno, m <sup>3</sup> /s				Caudal diseño, m <sup>3</sup> /s
		25	50	100	200	
1	Racional	22.5	37.2	47.4	87	47.4
2	INERHI	58.7	66.5	74.8	80.9	

**Tabla 3.** Caudales máximos para diferentes períodos de retorno en la cuenca del río Alluriquín hasta el poblado Alluriquín.

En la fecha de la inspección técnica se realizó un aforo líquido en el tramo fluvial en estudio y se determinó el caudal base para la simulación hidrodinámica. Los resultados se reflejan en la **tabla 4**.

Parámetros del caudal base para modelación hidráulica			
Velocidad media del agua en el tramo, m/s	Área de la sección mojada, m <sup>2</sup>	Profundidad media del agua en el tramo fluvial, m	Caudal del agua en el tramo caudal base asumido, m <sup>3</sup> /s
1.443	5.50	0.90	12.9

**Tabla 4.** Caudal base en el tramo fluvial de modelación en el río Alluriquín-poblado Alluriquín.

Posteriormente utilizando los insumos obtenidos de los caudales máximos de diseño y el caudal base del río para la fecha de inspección, se realizó la modelación hidráulica en 2D con IBER, obteniéndose los resultados que se muestran en la **tabla 5** y las **figuras 6** hasta la **9**.

#	Parámetro obtenido	Unidad	Valor
1	Cota del agua promedio en el tramo fluvial	m.s.n.m.	759
2	Calado o profundidad máxima del agua	m	2.96
3	Número de Froude	Sin Unid	0.35
4	Velocidad máxima del agua en el tramo	m/s	0.669

**Tabla 5.** Parámetros obtenidos como resultado de la modelación hidráulica en el tramo del río Alluriquín-poblado Alluriquín. (Los valores obtenidos de la simulación son aproximados, dadas las limitaciones de los datos de entrada)



**Figura 6.** Cota del agua (msnm)

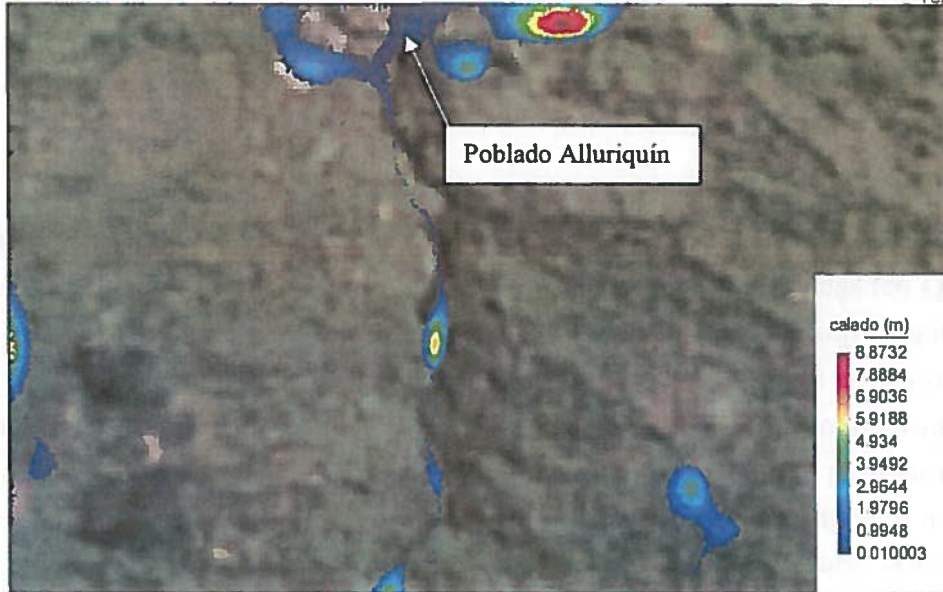


Figura 7. Calado o profundidad del agua (m)

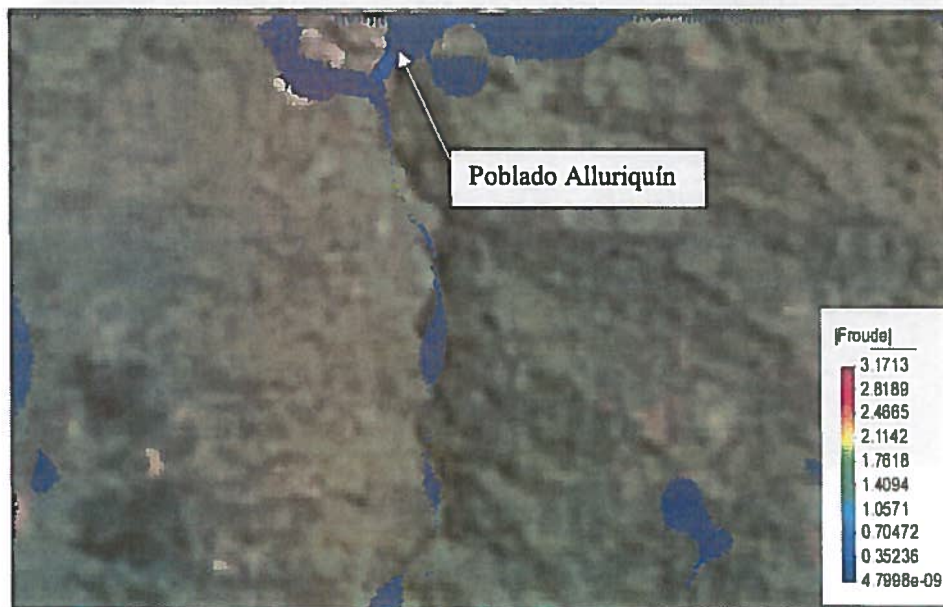


Figura 8. Número de Froude

2

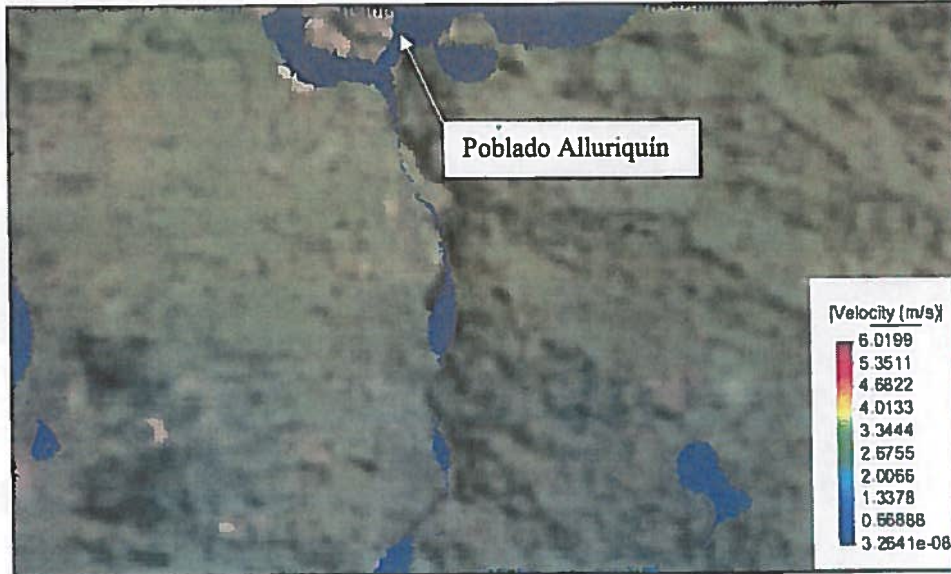
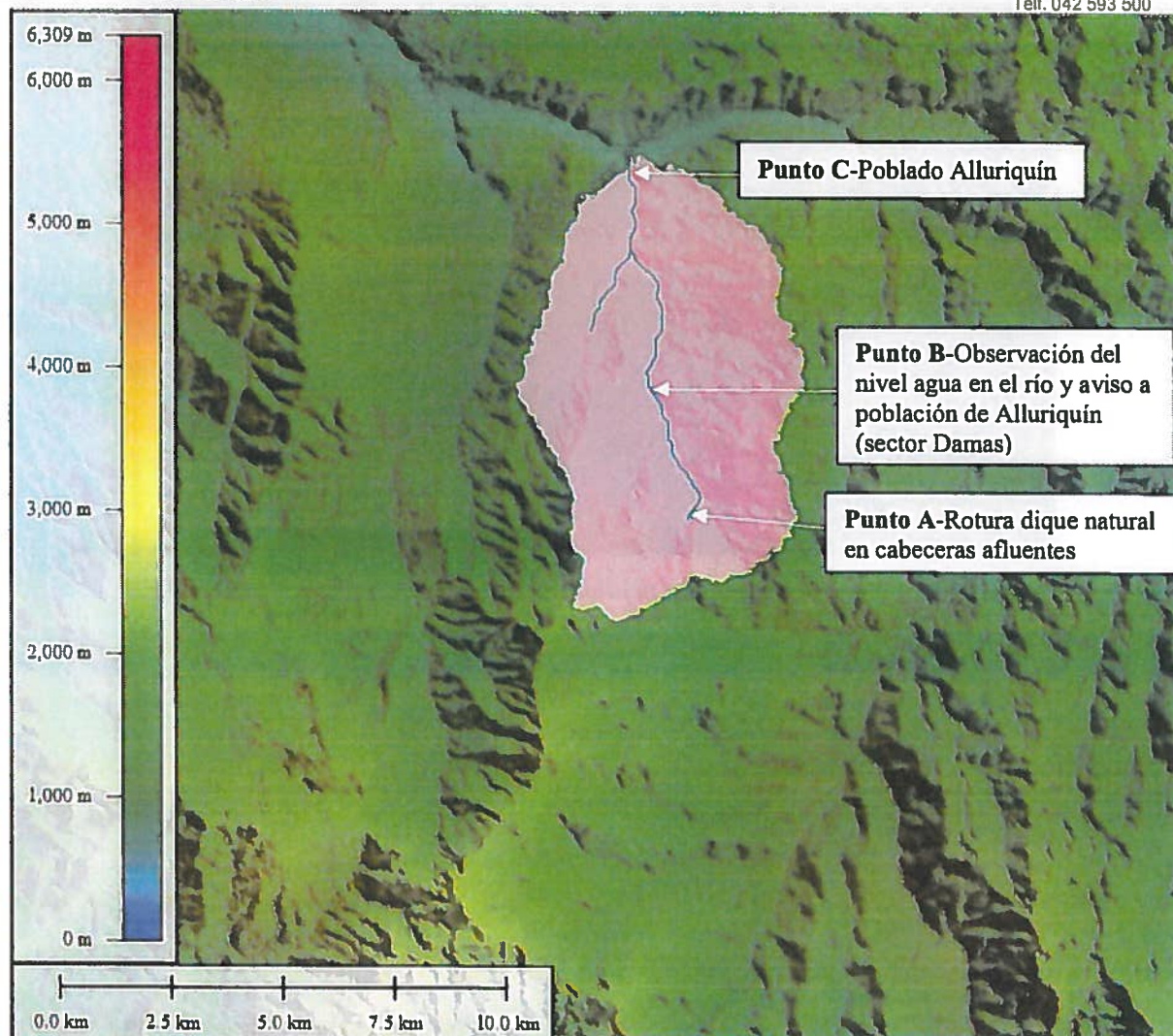


Figura 9. Velocidad del agua (m/s)

Se estimó el tiempo de traslación del pico de la crecida de agua por el cauce fluvial desde el dique natural en la cabecera del río Damas-Alluriquín asumiendo la rotura del dique natural (punto A) hasta el poblado Alluriquín (punto C) arrojando el valor de 11 minutos el tiempo de llegada de la crecida. Además se estimó el tiempo de traslación del pico de la crecida de agua por el cauce fluvial desde el sector Damas (punto B) hasta el poblado de Alluriquín (punto C), obteniéndose un valor de 31 minutos el tiempo de llegada de la crecida (ver figura 10).



**Figura 10.** Ubicación y estimación del tiempo de traslación del pico de la crecida por el cauce. **Punto A-** por rotura del dique natural ubicado en los afluentes de cabecera del río Damas hasta el punto C (11 minutos) y **Punto B-** por observación del nivel del río en el sector Damas por lugareños y aviso a pobladores hasta el punto C poblado de Alluriquín (31 minutos).

#### 14. CONCLUSIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

- Las inundaciones y desborde del río Damas-Alluriquín en la cuenca baja, se deben básicamente a 6 factores fundamentales: presencia de fallas geológicas activas en la zona, intensas lluvias del sector, represamiento natural de los caudales en las cabeceras de los afluentes del río Damas-Alluriquín, cambio de uso del suelo, litología del suelo y diques de protección-contención subdimensionados.

- En caso de continuar las intensas lluvias en el sector de estudio, así como la presencia de los temblores, continuarán ocurriendo deslizamientos en cascada, con la consecuente elevación de los niveles del agua y posibles inundaciones-aluviones en la cuenca baja del río Alluriquín.
- La ausencia de un sistema de alerta temprana hidrometeorológico en la cuenca del río Alluriquín hacen del poblado San José de Alluriquín ubicado aguas abajo, un sitio muy vulnerable ante crecidas y desbordamientos del río antes mencionado.
- Los diques de protección existentes en el tramo del poblado Alluriquín no tenían las dimensiones requeridas (altura y largo), lo cual se demostró en el paso de la crecida y del aluvión que destruyó el puente peatonal y parte del dique.
- De los resultados obtenidos por la modelación bidimensional hidrodinámica con IBER, tenemos que la cota de inundación obtenida en el tramo del poblado Alluriquín es de 750 msnm, lo cual no es coherente con la cota observada de 744 msnm según encuesta a lugareños en el sitio inundado en el tramo fluvial. Los valores que se reflejan, constituyen el resultado del uso del modelo de elevación utilizando un DEM 30 m.
- La velocidad del agua en el tramo fluvial del poblado Alluriquín alcanzó valores cercanos a 1 m/s, lo cual según la litología y granulometría del suelo constituye una velocidad erosiva.
- Como resultado de la modelación hidráulica, asumiendo precipitaciones extremas con período de retorno en la zona para 100 años, el número de Froude obtenido de 0.70 es considerado un valor pobre o pequeño teniendo en cuenta la magnitud de afectación por la velocidad del agua a lo largo del curso del río, lo que nos hace suponer y concluir que el efecto que ocasionó los daños no solamente fueran las lluvias que cayeron en la en el área de la cuenca. El número de Froude 0.70 corresponde a un régimen de flujo del agua subcrítico  $Fr < 1$ , sin embargo se observó a lo largo del cauce fluvial, un régimen supercrítico con destrucción de varios puentes, vialidades internas, erosión-destrucción de taludes y riberas, por lo que se concluye que influyeron sobre el desbordamiento e inundación del río en el tramo, otros factores como represamiento del agua en las cabeceras formación y rotura de diques naturales.
- El calado o profundidad del agua obtenida en el tramo de estudio (poblado Alluriquín), no concuerda con los valores observados por los lugareños (5 metros), por lo que consideramos una vez más que los resultados de la magnitud de las inundaciones influyeron otros factores adicionales.
- Como resultado de los cálculos del tiempo de traslación del pico de la crecida por el cauce del río (Lalikin N. 1975-Cuba), se obtuvieron los valores siguientes:
  - Punto A por rotura del dique natural ubicado en la cabera hasta el punto C, 11 minutos.
  - Punto B por observación visual del nivel del agua en el río mediante los moradores del sector Damas bajo lluvias intensas hasta el punto C, 33 minutos.Por lo anteriormente expuesto, se resume que “con mejor comunicación entre los lugareños se podrían salvar vidas humanas y de animales” en el sector de San José de Alluriquín.
- El caudal base que se introdujo en la simulación numérica fue realizado por el personal de la Dirección de Análisis de Riesgos; debido a las grandes velocidades de la corriente del agua en el tramo, ausencia de equipos especializados como molinete hidrométrico y ADCP, por ello se realizó el aforo por flotadores y el resultado obtenido fue de 12.9

m3/s, con una profundidad promedio del tramo de 0.90m y una velocidad promedio de 1.443 m/s.

## **15. RECOMENDACIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.**

### **15.1. MEDIDAS INGENIERILES ESTRUCTURALES PROPUESTAS PARA REDUCIR LAS INUNDACIONES Y DESBORDAMIENTO DEL RIO.**

- Construir un muro provisional protector ribereño longitudinal en su margen derecha, con altura y protección suficiente, que garantice la vida de los moradores del sector hasta tanto se realicen los estudios temáticos pertinentes.
- Limpieza del cauce del río Alluriquín en los 400 metros del poblado, aproximadamente.
- Elaborar estudios hidrológicos-hidráulicos para definir la forma y capacidad hidráulica de paso del cauce fluvial a todo lo largo del poblado Alluriquín.
- Simular o modelizar numéricamente los procesos hidrológicos e hidráulicos que tuvieron lugar en la cuenca baja del río Damas-Alluriquín con modelos digitales de alta precisión (DEM3m).
- Cambio de uso del suelo en la cuenca hidrográfica (establecimiento de bosques y cultivos que se adapten a la topografía y textura del suelo).
- Reconstruir la vialidad interna de las cuencas hidrográficas alta y media del río Damas-Alluriquín.
- Estudiar e investigar con mayor profundidad la génesis del surgimiento y factores catalizadores de los deslizamientos en cascada que han ocurrido y puedan ocurrir a futuro en la cuenca hidrográfica de estudio.
- Reconstruir y construir alcantarillas en los pases de tubos y drenajes existentes de la vialidad interna en las cuencas hidrográficas medias y altas.
- Mejorar los sistemas de captación y transmisión de agua potable de las personas ribereñas en la cuenca hidrográfica media-alta.
- Mejorar la atención de las comunidades ribereñas en cuanto a comunicación social para la colaboración de avisos y alertas por inundaciones y aluviones.
- Construir los puentes afectados en las vialidades internas de las cuencas media y alta.
- Construcción de resbaladera de hormigón en tramos viales donde ocurran deslizamientos frecuentes.
- Construcción de muros escalonados aguas abajo de los cabezales de las alcantarillas en los drenajes internos de la vialidad.
- Siembra de barreras vivas de pasto vetiver en curvas a nivel, en taludes deslizados.
- Construcción de terrazas en taludes deslizados.
- Establecimientos de bosques de compensación en sitios afectados.
- Construcción de antenas repetidores de CNT en la cuenca media-alta, para mejorar los sistemas de comunicación interna en la zona y poder implementar el sistema de avisos comunitario.
- Construir cabezales de entrada y salida en los pases de tubos de la vialidad, para evitar reboces y desbordamiento de agua sobre la vialidad interna y se reduzca la erosión hídrica en las cuencas altas y media.



- Construcción en las cabeceras de los afluentes en la cuenca hidrográfica alta de presas-trampas, para atrapar parte de los aluviones que ocurren como resultado de deslizamientos.
- Mejorar la construcción de los puentes peatonales de los lugareños sobre los ríos y esteros de la cuenca hidrográfica.
- Construcción de cunetas o canales de coronación aguas arriba de sitios donde hayan ocurrido deslizamientos, para disminuir el lavado del suelo y posibilidad de caídas de rocas y nuevos deslizamientos.

## 15.2. MEDIDAS INGENIERILES NO ESTRUCTURALES PROPUESTAS PARA REDUCIR LAS INUNDACIONES Y DESBORDAMIENTO DEL RIO.

- Realizar estudio de los deslizamientos potencialmente a ocurrir en la parte media y superior de la cuenca hidrográfica del río Damas-Alluriquín por parte del grupo DAR-SGR, para posteriormente realizar explosiones controladas por parte de la Armada del Ecuador. Al ser controlado todos los parámetros del **deslizamiento provocado artificialmente y realizados los avisos de alerta** correspondientes a los moradores, disminuirían los daños y muertes si los mismos ocurriesen de forme espontánea en horas de la madrugada.
- Detección de sitios y sectores potencialmente en riesgos por deslizamiento con ayuda de simulaciones numéricas por movimientos en masa, esto constituye una medida a corto plazo.
- Establecer un sistema de alerta temprana hidrometeorológico en la cuenca hidrográfica del río Alluriquín la misma constituye una medidas excelente a mediano y largo plazos, ya que previene con antelación y gran certeza el tiempo de evacuación de los habitantes ribereños.
- Instalar sistema de avisos comunitarios a través de telefonía fija y celular mediante un enlace eficiente entre los pobladores ribereños de la cuenca alta y media (sector Damas) con los pobladores de la cuenca baja del poblado Alluriquín. Esto constituye una medida a corto plazo y la solución inmediata junto a la reubicación temporal de los moradores para la reducción de riesgos por inundaciones.
- Realizar perfiles transversales y longitudinales a lo largo del poblado Alluriquín con equipos de alta precisión, en la cuenca baja del tramo fluvial para mejorar los cálculos hidrológicos e hidráulicos y conocer con certeza la capacidad hidráulica de paso de los caudales máximos del tramo fluvial.
- Evaluar a través de un estudio, la posibilidad técnico-económica de construir en hormigón la sección transversal trapezoidal del río en el tramo fluvial en estudio (400 metros aproximadamente), para generar un tiempo de descarga de los caudales rápido, evitando remanso variable en la sección de estudio por acumulación de rocas e inundaciones locales focalizadas.
- Colocar sistemas de mallas ancladas contra aluviones aguas arriba del poblado Alluriquín (para atrapar rocas y palizadas donde no sea posible realizar explosiones controladas de los deslizamientos).
- Establecer rutas de evacuación, puntos seguros en el sitio y albergues, cercano al poblado Alluriquín.
- Realizar simulacros con la población y evaluar los tiempos de respuesta ante diferentes escenarios.

- Simular numéricamente las inundaciones de la cuenca hidrográfica bajo diferentes escenarios de lluvias y rotura de diques naturales, para prepararse y prevenir futuros eventos adversos no deseados como inundaciones y aluviones.
- Suministrar en la brevedad posible un modelo digital de elevación con mejor resolución (DEM3m) y ortofotos del tramo fluvial, para realizar modelaciones hidrodinámicas y obtener mejores resultados de las manchas y cotas de inundación del área en estudio.
- Realizar un sobrevuelo de la zona con helicóptero para visualizar todos los deslizamientos y poder apreciar con exactitud los posibles microembalses existentes en el sector. En su defecto realizar el mencionado trabajo con drones y entregar sitios exactos georeferenciados y fotos de las huellas inundables y cotas de represamientos.
- Los moradores de las viviendas afectadas en las riberas de la margen derecha del río Alluriquín, ponen en alto riesgo sus vidas, por lo que se sugiere de forma urgente e inmediata, su desalojo y reubicación.
- Hacer respetar la franja hidrorreguladora del río Alluriquín y sus afluentes (para que no construyan a lado de los ríos y vivan sin riesgos por inundaciones).

## 16. ANEXO FOTOGRÁFICO.





**Foto 3.** Obsérvese el caudal base del río con profundidades superior a 1 metro en varios sitios de la sección hidráulica del río Alluriquín el día de la inspección.



**Foto 4.** Deslizamiento detectado aguas arriba de la cuenca media, en el río Damas, afluente del río Alluriquín.



**Foto 5.** Destrucción de la vialidad por la acción de la erosión hídrica del río en la ribera izquierda del río.



**Foto 6.** Desbordamiento del río Damas por su margen derecha, obsérvese el pasto aplastado por la acción de la crecida del agua al salir de su cauce.



**Foto 7.** Vialidad semidestruida, obsérvese como el agua corre por encima de la misma. Alcantarilla con palizadas y sin cabezal de salida ni disipadores de energía, lo cual aumenta la erosión y producción de sedimentos hacia el río.



**Foto 8.** Se aprecia la tonalidad del agua, más transparente, con menos turbiedad y sedimentos que la del río Damas. El afluente de la foto desemboca en la margen izquierda el río Damas.



**Foto 9.** Limpieza del cauce fluvial deformado por el paso del aluvión y desbordamientos del río Alluriquín en el poblado del mismo nombre.



**Foto 10.** Sitio donde viven ribereños del sector Damas contactados para establecer el sistema de avisos con la comunidad baja del poblado Alluriquín.

h

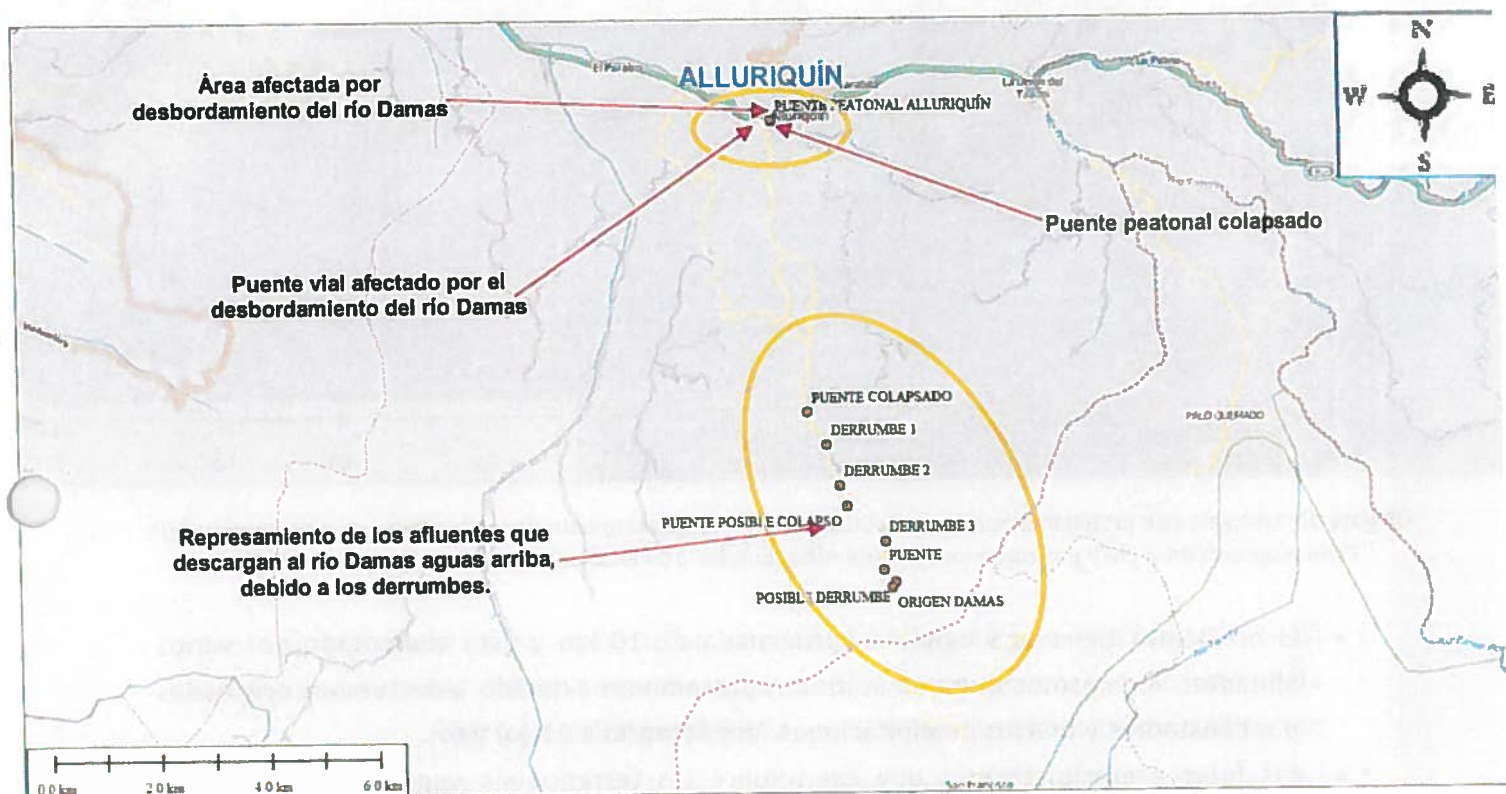
## 17. ANÁLISIS TÉCNICO DEL REPRESAMIENTO DE AFLUENTES QUE DESCARGAN AL RÍO DAMAS AGUAS ARRIBA, PUENTE PEATONAL COLAPSADO, Y ÁREA AFECTADA POR EL DESBORDAMIENTO DEL RÍO DAMAS EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE ALLURIQUÍN, EN LA PROVINCIA DE SÁNTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.

Los objetivos del presente capítulo incluyen:

- ✓ Realizar el análisis técnico del represamiento de los afluentes que descargan al río Damas aguas arriba, debido a los derrumbes, originados por fuertes lluvias o sismos.
- ✓ Realizar el análisis técnico del colapso del puente peatonal en la comunidad de Alluriquín.
- ✓ Realizar el análisis técnico del área afectada por el desbordamiento del río Damas y el análisis técnico del puente vial afectado por el desbordamiento del río Damas.

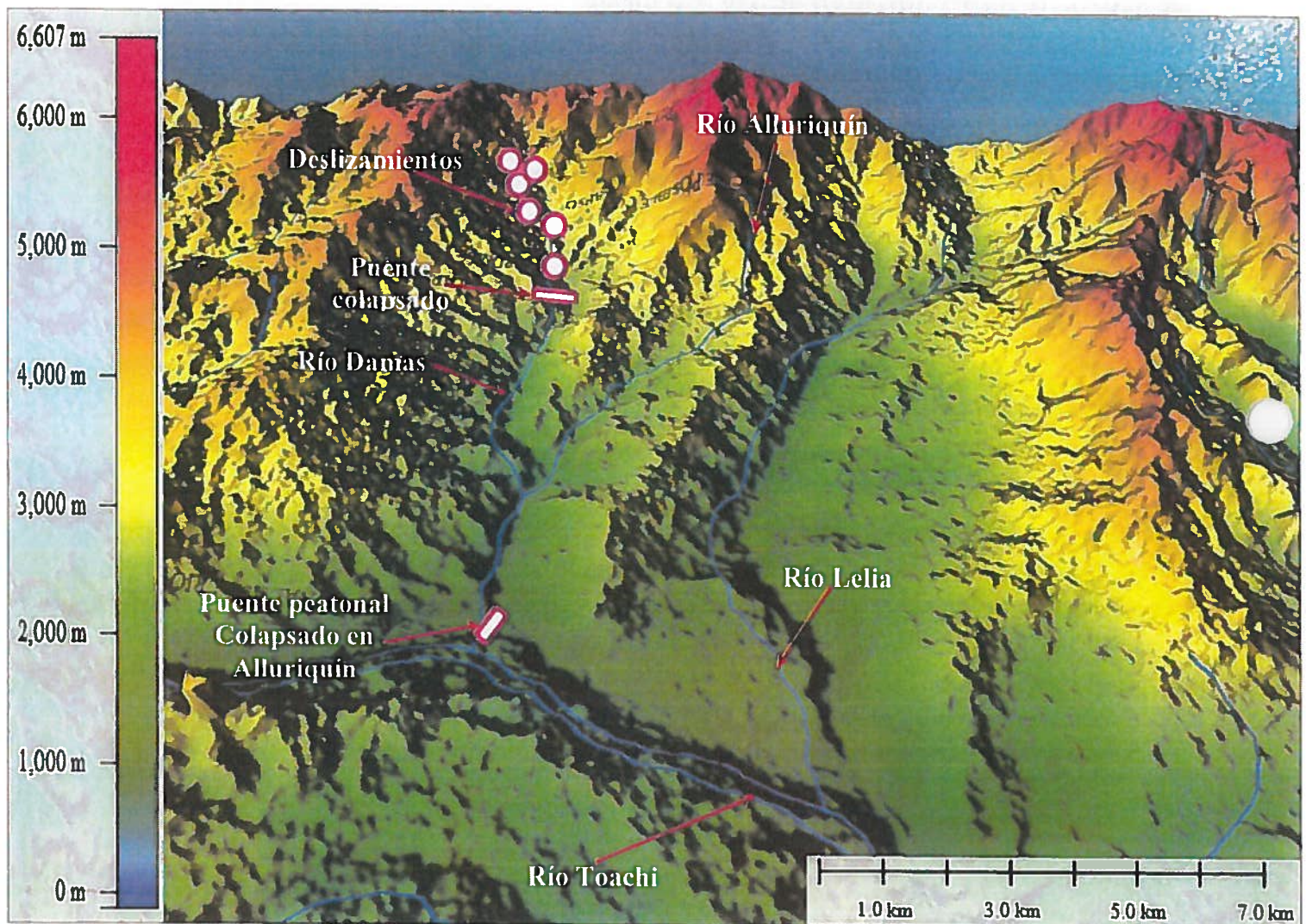
### 17.1 Localización del área de análisis.

La zona de análisis técnico se encuentra en la parroquia San José de Alluriquín, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (Ver Figura 11).



**Figura 11:** Ubicación de los lugares donde se realizó el análisis técnico en la parroquia san José de Alluriquín en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

### 17.1.1 Análisis técnico del represamiento de los afluentes que descargan al río Damas aguas arriba, debido a los derrumbes originados por fuertes lluvias.



**Figura 12:** Ubicación de los lugares que fueron afectados por el represamiento de los afluentes que descargan al río Damas aguas arriba en la parroquia san José de Alluriquín en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

- El río Damas tiene una longitud aproximada de 10 km y está alimentado por varios afluentes, los mismos que han sufrido represamientos debido a derrumbes originados por constantes y fuertes precipitaciones. Ver fotografía 11 (a) y (b).
- Las fuertes precipitaciones que caen sobre los terrenos sin vegetación aceleran el proceso de erosión formando los deslizamientos en las montañas cercanas a los afluentes del río Damas, provocando que las rocas, vegetación y demás materiales sueltos que han caído sobre el afluente formen un represamiento natural de las aguas, las mismas que ejercen una gran fuerza de empuje sobre el represamiento natural hasta que este falle arrastrando gran cantidad de agua y materiales sólidos con un gran poder destructor hacia el río Damas. Ver fotografía 12 (a) y (b).

- Estos represamientos naturales ocurrieron en gran parte de los afluentes que alimentan al río Damas, ocasionando un efecto dómimo aumentando progresivamente el caudal del río Damas y rebasando la capacidad normal del cauce provocando el desbordamiento en los terrenos circundantes. **Ver fotografía 13.**
- Se pudo observar visualmente un total de 6 deslizamientos en afluentes que alimentan al río Damas y un total de 5 deslizamientos en el río Damas (aguas arriba) que ha dejado la fuerte temporada invernal en la comunidad de Alluriquín.
- Debido al efecto dominó de los represamientos de los afluentes que alimentan al río Damas se produce un gran caudal que es capaz de arrancar trozos de roca que, al ser arrastrados por la corriente, actúan como un martillo sobre el cauce del río, desprendiendo nuevos fragmentos y provocando el poder erosivo en la parte externa de la curva del curso de agua donde se produce una corriente secundaria producida por la fuerza centrífuga, este fenómeno ha provocado el deslizamiento de tramos de la vía dejando incomunicada a las comunidades. **Ver fotografía 14.**
- Producto de la gran crecida del caudal (agua, lodo y escombros) se pudo evidenciar el colapso un puente (Coordenada N 723402; E 9958930) y el represamiento en otro puente en el afluente del río Damas (Coordenada N 724103; E 9957202). **Ver fotografía 15.**



(a)



(b)

**Fotografía 11. (a) Nacimiento del río Damas en una zona montañosa alta; (b) Represamiento en afluente del río Damas.**

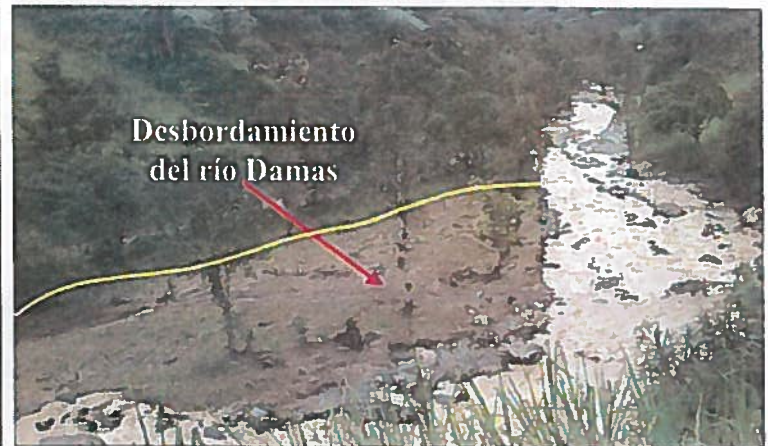


(a)



(b)

**Fotografía 12.** (a) Deslizamiento inminente en afluente del río Damas; (b) Deslizamiento en afluente del río Damas.



**Fotografía 13.** Un efecto dómimo de deslizamientos ocasionó que el río Damas aumente progresivamente su caudal y rebase la capacidad normal del cauce provocando el desbordamiento en los terrenos circundantes.



**Fotografía 14.** Producto del gran caudal en el río Damas trozos de roca fueron arrastrados por la corriente provocando erosión en la parte externa de la curva del curso del río producida por la fuerza centrífuga provocando deslizamientos en tramos de la vía de tercer orden.

2



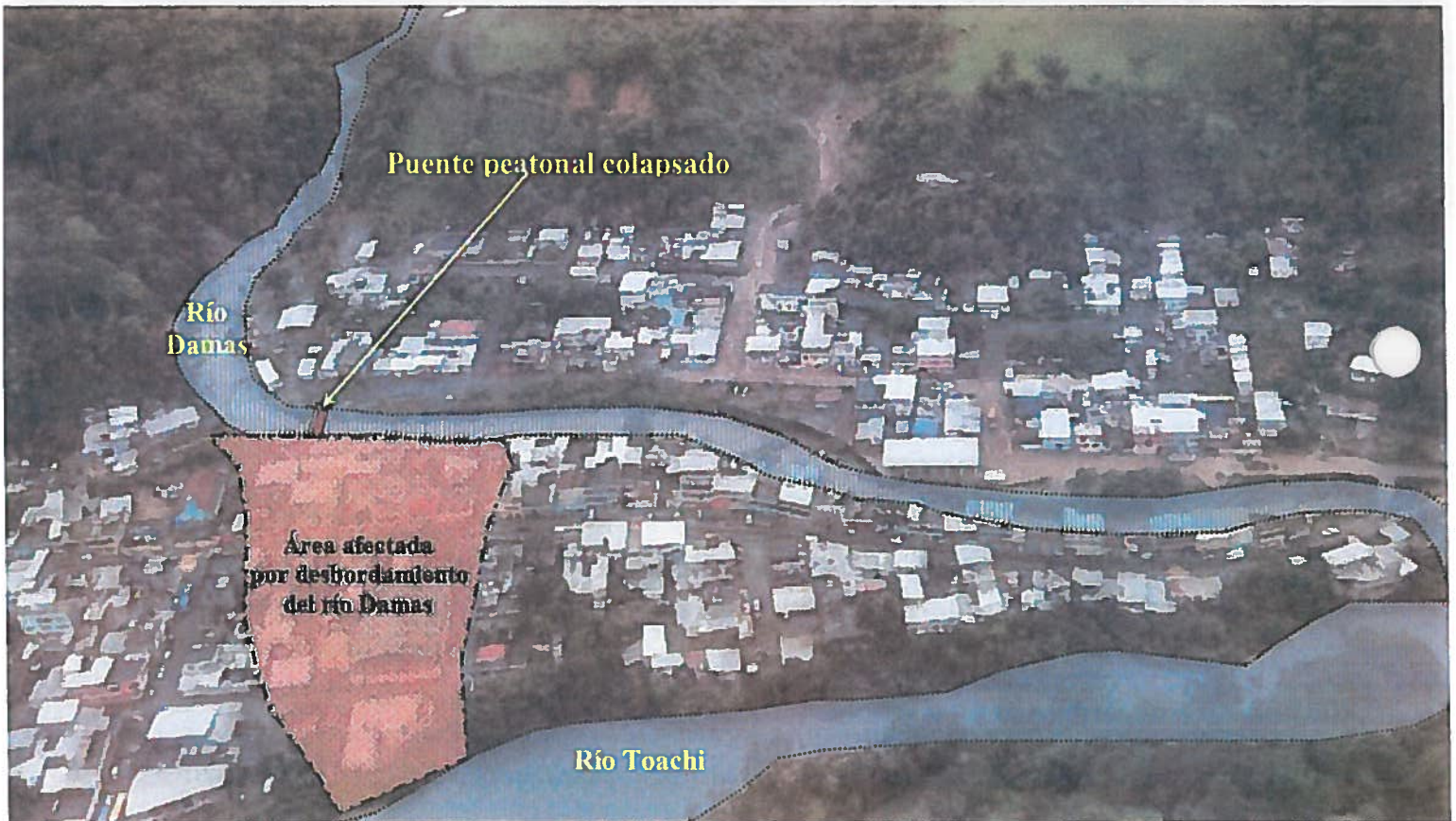


**Fotografía 15.** Producto de la gran crecida del caudal (agua, lodo y escombros) se pudo evidenciar el colapso un puente y el represamiento en otro puente en el afluente del río Damas.

#### 17.1.2 Recomendación.

- Al incrementarse el contenido de agua disminuye la resistencia del suelo y se incrementa el peso del mismo, por tanto aumentan las fuerzas actuantes y disminuye el factor de seguridad de estabilidad de taludes, cuando las laderas tienen una pendiente suave y se encuentran con vegetación, la velocidad del agua producto de la precipitación que recorre por la ladera es amortiguada por la vegetación y esto produce una menor erosión, por tal motivo es recomendable mantener los bosques y la cubierta vegetal del terreno para prevenir la erosión y deslizamientos.
- Realizar la limpieza de los afluentes al río Damas que han sufrido represamientos por los deslizamientos provocados por la época invernal.
- Se debe realizar la rehabilitación del puente colapsado y de puentes que se encuentran con represamientos.
- Se debe prohibir instalar infraestructuras a lo largo del río Damas, puesto que existe riesgo para las personas y los bienes.
- Se deberían acometer medidas encaminadas a la estabilización de los taludes para la debida protección de la vía de tercer orden y no dejar incomunicadas a las comunidades.
- Es necesario estar preparados para prevenir, mitigar, responder y reconstruir con la participación de la comunidad, la cual conoce de su problemática.

**17.2 Realizar el análisis técnico del área afectada por el desbordamiento del río Damas y el análisis técnico del puente vial afectado por el desbordamiento del río Damas.**



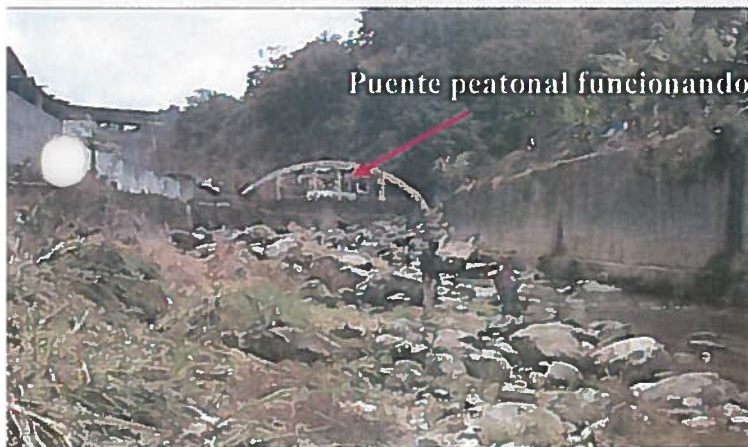
**Figura 13. Panorámica del área afectada por desbordamiento del río Damas en la comunidad de Alluriquin.**

- El puente peatonal colapsado se encontraba ubicado geográficamente en las coordenadas 722821 E, 9964292 N, sobre el río Damas y tenía la finalidad de servir como paso peatonal. **Ver Fotografía 16 (a) y (b).**
- En inspección realizada en septiembre del 2015 por el área DAR de la SGR se pudo concluir y recomendar lo siguiente:
  - ✓ La columna de la pila central está ocasionando retención de piedras de gran tamaño aguas arriba del puente peatonal, este fenómeno provoca la socavación general por contracción, que es causada por la disminución del ancho del cauce y provocando la aceleración del flujo con el cambio de dirección de las líneas de corriente aumentando la capacidad de transporte de sedimentos en la columna de la pila central, produciendo la erosión en las bases de la misma y provocando el posible colapso de la estructura. Ver Fotografía 17 (a) y (b).
  - ✓ Debido a que los ríos tienden a moverse hacia la parte externa y hacia aguas abajo de las curvas (la capacidad de arrastre de los sólidos es mayor en la parte externa que en la parte interna) el puente peatonal corre el riesgo de colapsar por socavación en el estribo derecho donde llega la mayor cantidad de energía del río en temporada invernal, por tal motivo se recomienda construir un nuevo

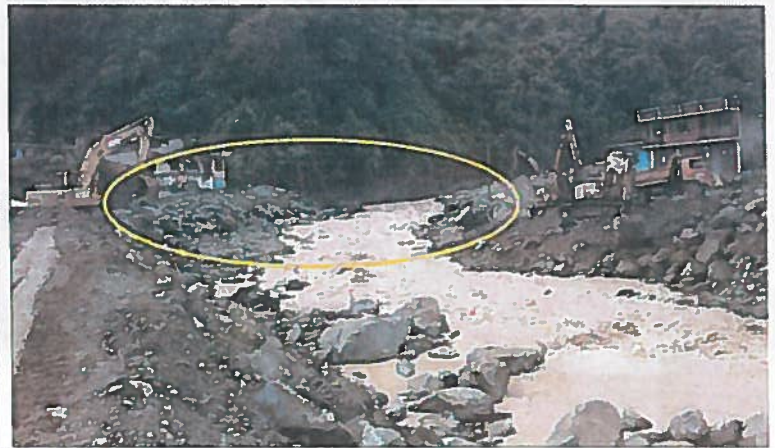
✍

puente peatonal, el cual deberá ser construido aproximadamente a 95 metros aguas abajo de donde se encuentra actualmente el puente peatonal Alluriquín.

- Un detonante para el desbordamiento del río Damas fue la retención de piedras de gran tamaño en la columna central del puente peatonal que formó una pequeña represa disminuyendo el cauce del río y el detonante principal fue la velocidad del caudal originado por las lluvias intensas del sector. **Ver Fotografías 18 (a) y (b).**
- Producto de la gran crecida del caudal (agua, lodo y escombros), la madrugada del día 26 de abril se desbordó el río Damas afectando el puente peatonal, coliseo, viviendas, junta parroquial, iglesias y negocios de la parroquia Alluriquín ubicada en el kilómetro 25 de la vía Aloag – Santo Domingo. **Ver Fotografía 19.**



(a)



(b)

**Fotografía 16. (a)** Imagen frontal del puente peatonal aguas abajo del río Damas cuando se realizó inspección técnica en Septiembre del 2015; **(b)** Imagen aguas abajo del río Damas cuando se realizó inspección técnica en Abril del 2016 y el puente peatonal ya había colapsado.

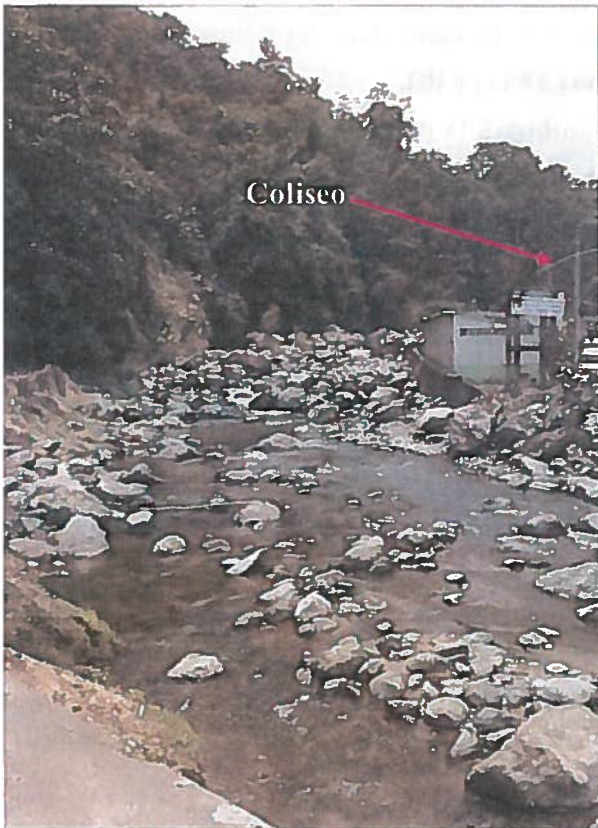


(a)



(b)

**Fotografía 17. (a)** Vista de columna de pila central desde margen derecha del río Damas aguas arriba cuando se realizó inspección técnica en Septiembre del 2015; **(b)** Vista de la socavación en la pila central, causada por el cambio de dirección de las líneas de corriente lo que produce la erosión de las bases y posible colapso de la estructura cuando se realizó inspección técnica en Septiembre del 2015.

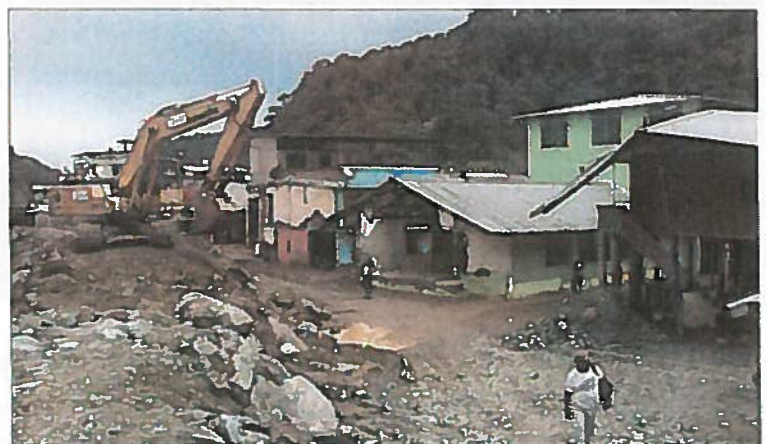


(a)



(b)

**Fotografía 18. (a)** Imagen aguas arriba del río Damas antes de ocurrir el desbordamiento, cuando se realizó la inspección técnica en Septiembre del 2015; **(b)** Imagen del lugar donde ocurrió el desbordamiento aguas arriba del río Damas, ocasionado por la retención de piedras de gran tamaño, cuando se realizó inspección técnica en Abril del 2016.



**Fotografía 19.** Producto de la gran crecida del caudal (agua, lodo y escombros) se desbordó el río Damas afectando el puente peatonal, coliseo, viviendas, junta parroquial, iglesias y negocios de la parroquia Alluriquín.

### 17.2.1 Recomendación.

- Se recomienda la construcción de un nuevo puente peatonal de ser el caso, donde no se construya la columna de la pila central con el fin de evitar la retención de piedras de gran tamaño aguas arriba y evitar la socavación general por contracción, este nuevo puente peatonal deberá ser construido aproximadamente a 95 metros aguas abajo de donde se encontraba el puente peatonal colapsado.
- Realizar un estudio técnico para la construcción de un dique artificial de contención en el margen derecha del río Damas con el fin de mitigar los daños causados por el desbordamiento del río Damas, que cada año afecta en temporada invernal a la comunidad del sector, por el momento se construyó un dique provisional por emergencia.
- A la entrada de la comunidad de Alluriquín sector derecho (vía Santo Domingo – Quito) existe un puente SIMPLE, el cual está compuesto de dos estribos y una luz aproximada de 15 metros y ancho de 6 metros, se recomienda revisar técnicamente el estribo derecho del puente, que producto de la crecida del caudal (agua, lodo y escombros) fue afectando la estabilidad del mismo. **Ver Fotografía 20.**



**Fotografía 20.** Producto de la gran crecida del caudal (agua, lodo y escombros) se puede observar que el estribo derecho del puente se encuentra en mal estado.

## 18. GEOLOGÍA-GEOMORFOLOGÍA

### 18.1 Geología

Geológicamente el área de estudio está representada por la Unidad Macuchi (Eoceno), Formación San Tadeo (Pleistoceno), Conglomerado Zarapullo (Cuaternario), así como depósitos superficiales (terrazas, depósitos coluvio-aluviales), como se puede apreciar en la Figura 3.

Estas formaciones afloran principalmente en las zonas de Alluriquín, Unión del Toachi, Cooperativa Dos Ríos, Cooperativa Atahualpa entre otras.

A continuación se describen las formaciones aflorantes desde la más antigua a la más joven (BALDOCK J. W, 1982):

**Unidad Macuchi (PCEm):** La Unidad Macuchi comprende una secuencia litológica conformada por tobas, areniscas volcánicas, limos, turbiditas redepositadas, pillow lavas andesítico-basálticas, brechas y sedimentos de grano fino. Las tobas se presentan en estratos mayores de un metro, su coloración es verdosa, en la secuencia volcanoclástica se incluyen junto a las areniscas volcánicas y las brechas a sedimentos de grano fino silicificados, también de color verdoso.

Por otro lado, volcanoclastos gruesos están muy bien expuestos, a lo largo del río Toachi, así mismo en el sector de Alluriquín y al oeste de la población se admiten como brechas depositadas en medios acuáticos/o subaéreos, los clastos van de angulares a subangulares y a veces redondeados. Las lavas varían de porfíricas a finas, masivas y vesiculares.

Al oeste de Alluriquín se observa en el talud las típicas pillow lavas de tamaño pequeño a mediano de color gris a gris verdoso con meteorización esferoidal.

**Formación San Tadeo (PST):** La Formación San Tadeo cubre algunos sitios de la Sierra y considerables áreas de la llanura costera en la parte norte del Ecuador. Consiste de piroclastos, conglomerado volcánico, material Laharítico y corrientes de lodo, generalmente formando sabanas. el espesor podría llegar a los 1000 m, probablemente es producto de la fuerte actividad volcánica ocurrida en el pleistoceno del pichincha y otros volcanes en el centro de la Sierra. Los abanicos laharíticos y de flujos de lodo gradan a depósitos de terraza de pie de monte de la Formación Pichilingue que los cubren parcialmente.

**Conglomerado Zarapullo (Pza):** Corresponde a un depósito conformado por guijarros y cantos rodados por la acción de los ríos Pilatón y Toachi; y que presenta una pobre estratificación en matriz limo-arenosa, se los evidencia en el sector del Rancho San José en la parroquia Manuel Cornejo Astorga (Tandapi).

### 18.1.1 Depósitos superficiales

**Terrazas Indiferenciadas y Materiales de Derrubios Antiguos:** Materiales de terraza, no diferenciados, se han separado. Presentan cierta estratificación y su composición granulométrica y litológica, constituidos de conglomerados, gravas, arenas y arcillas, están asociados con las formaciones rocosas que las circundan y originaron. Los materiales de derrubios aquí delimitados, son pequeños conos de deyección antiguos, cuya litología derivada de las rocas subyacentes están muy alteradas y lateritizadas.

**Depósitos Coluviales:** Se distingue un depósito coluvial en el sector de El Paraíso que se origina más al sur en la hoja inmediata donde yace la mayor parte del mismo. Forma una superficie cuyo material caótico de naturaleza volcánica se observa en el carretero como bloques subredondeados, lo que indica que ha existido transporte de material rocoso.

**Depósitos Aluviales y Terrazas Aluviales:** Materiales aluviales se encuentran en los valles de los ríos actuales, constituidos por arenas finas, gruesas y gravas de litología variable, sobre todo en el río Toachi donde se han identificado tres niveles de terrazas.

## 18.2 Tectónica

### 18.2.1 Geología estructural

Estructuralmente, la zona de estudio se encuentra atravesada por sistemas de falla con direcciones preferenciales NO-SE y N-S, las mismas que están controlando gran parte de las superficies geológicamente inestables presentes en la zona, por lo que se evidencian deslizamientos de tipo traslacional, rotacional y caída fundamentalmente.

El sector de Alluriquín se encuentra atravesado por numerosos lineamientos estructurales y fallas regionales como se describe a continuación (USGS - EPN, 2003), (BALDOCK J.W, 1982):

- La Falla Baba (EC34) con movimientos de tipo vertical inverso y dextral (de rumbo). Concentración de esfuerzos con fallamiento local cuasi -paralelo y roturas oblicuas según composición, naturaleza y competencia de los macizos rocosos afectados.
- Falla Tandapi (EC32), otra falla importante de tipo sinistral (de rumbo) con movimientos horizontales y efecto preparativo del terreno para la acción intensa de procesos de meteorización y fallamiento local.
- La Falla Río Toachi Grande-Alluriquín-Mindo con un rumbo NE\_SW y pasa por el poblado de Alluriquín.
- Otra falla es la de Río Toachi con rumbo SE-NW, pasa junto al río Toachi en el tramo Tandapi-Alluriquín. En la figura 5 se puede observar un anáglifo e interpretación de lineamientos estructurales que condicionan la estabilidad del sector.

### 18.3 Geomorfología

El sector de estudio contemplado en el polígono declarado como zona de riesgo, con 185 Km<sup>2</sup>, presenta una serie de geoformas, entre las que podemos mencionar:

**Valle fluvial:** Se trata de una planicie alargada en la ribera del río Toachi con una pendiente plana a muy suave del 0 al 5 % constituida por material piroclástico de composición heterogénea y tamaño variable, con clastos y material de arrastre de antiguos conos de deyección provenientes de diferentes centros de emisión volcánicos cercanos. La población de Alluriquín se encuentra asentada en esta planicie aluvial de edad Cuaternaria, habiéndose desarrollado a ambas riberas del río Toachi.

**Terraza baja y cauce actual:** Situada en la margen derecha del río Toachi, aguas abajo es una franja angosta con aproximadamente 60 a 100 m. de ancho y es en donde se localiza el Derecho de Vía del poliducto Santo Domingo - Quito.

**Relieves Ondulados:** Esta unidad geomorfológica se localiza sobre la margen derecha de río Lelia, se observan pequeñas mesetas onduladas con pendientes suaves a medias del orden de 5 a 25 %.

**Coluvión:** Considerado como un gran coluvión parte del piedemonte de algunos kilómetros de longitud en el sector de Alluriquín y un ancho de alrededor de 300 m y pendientes de 2 a 5 %. Las rocas de basamento comprenden lavas andesíticas y areniscas volcánicas de la Unidad Macuchi. Sobre esta Unidad se depositan niveles de tobas retrabajadas y bloques de tamaño métrico a decimétrico. En estas superficies se han desarrollado suelos de algunos metros de espesor, donde actualmente se están construyendo complejos habitacionales. En la zona se aprecian superficies disectadas por barrancos y pequeñas quebradas las mismas que confluyen al río Toachi.

**Relieve colinado medio:** En el sector Selva alegre se observa esta unidad geomorfológica con pendientes del orden de 12 a 25 %, se trata de superficies en donde afloran rocas de la Formación San Tadeo (piroclastos, conglomerado volcánico, material laharítico y corrientes de lodo). Los abanicos laharíticos y de flujos de lodo gradan a depósitos de terraza de piedemonte.

**Relieve montañoso:** En las zonas altas del poblado de Alluriquín (Recinto Nueva Esperanza) se localizan relieves montañosos de fuerte pendiente, del orden del 40 al 70 % y altitudes de aproximadamente 1000 msnm (Fotografía 5). En la zona de estudio se puede apreciar una caída producto del desprendimiento de suelo de la ladera geológicamente inestable.



## 19. CONCLUSIONES GEOLÓGICAS

- Del análisis del mapa de Movimientos en Masa del Cantón Santo Domingo de los Colorados realizado por la SGR, se puede concluir que todo el sector afectado por este evento adverso se encuentra dentro de amenaza alta a muy alta, constituyendo una zona de alto riesgo.
- Desde el punto de vista geológico la zona es muy susceptible ante movimientos en masa en especial por encontrarse en una zona de deformación sismo-tectónica intensa, movimientos en masa que han sido activados por disparadores sísmicos, de precipitación y antropismo intenso.
- Con respecto a la zona de riesgo delimitada mediante resolución No. SGR-028-2015, se ratifica la zona de riesgo delimitada para poder canalizar las estrategias y recursos tecnológicos y económicos necesarios para, de manera urgente, la corrección de taludes, gestión adecuada de los recursos hídricos y con ello fortalecer las políticas de ordenamiento del territorio de los sectores analizados, en función del plan mencionado anteriormente.

*[Handwritten signature]*

## 20. CONCLUSIONES FINALES

- Las inundaciones y desborde del río Damas-Alluriquin en la cuenca baja, se deben básicamente a 6 factores fundamentales: presencia de fallas geológicas activas en la zona, intensas lluvias del sector, represamiento natural de los caudales en las cabeceras de los afluentes del río Damas-Alluriquin, cambio de uso del suelo, litología del suelo y diques de protección-contención subdimensionados.
- En caso de continuar las intensas lluvias en el sector de estudio, así como la presencia de los temblores, continuarán ocurriendo deslizamientos en cascada, con la consecuente elevación de los niveles del agua y posibles inundaciones-aluviones en la cuenca baja del río Alluriquin.
- La ausencia de un sistema de alerta temprana hidrometeorológico en la cuenca del río Alluriquin hacen del poblado San José de Alluriquin ubicado aguas abajo, un sitio muy vulnerable ante crecidas y desbordamientos del río antes mencionado.
- El calado o profundidad del agua obtenida en el tramo de estudio 2.96 metros (poblado Alluriquin), no concuerda con los valores observados por los lugareños (5 metros), por lo que consideramos una vez más que los resultados de la magnitud de las inundaciones influyeron otros factores adicionales.
- Como resultado de los cálculos del tiempo de traslación del pico de la crecida por el cauce del río (Lalikin N. 1975-Cuba), se obtuvieron los valores siguientes:
  - Punto A por rotura del dique natural ubicado en la cabera hasta el punto C, 11 minutos.
  - Punto B por observación visual del nivel del agua en el río mediante los moradores del sector Damas bajo lluvias intensas hasta el punto C, 33 minutos.
- Por lo anteriormente expuesto, se resume que “con mejor comunicación entre los lugareños se podrían salvar vidas humanas y de animales” en el sector de San José de Alluriquin.
- Las fuertes precipitaciones que caen sobre los terrenos sin vegetación aceleran el proceso de erosión formando los deslizamientos en las montañas cercanas a los afluentes del río Damas, provocando que las rocas, vegetación y demás materiales sueltos que han caído sobre el afluente formen un represamiento natural de las aguas, las mismas que ejercen una gran fuerza de empuje sobre el represamiento natural hasta que este falle arrastrando gran cantidad de agua y materiales sólidos con un gran poder destructor hacia el río Damas-Alluriquin.
- Debido al efecto dominó de los represamientos de los afluentes que alimentan al río Damas-Alluriquin se produce un gran caudal que es capaz de arrancar trozos de roca que, al ser arrastrados por la corriente, actúan como un martillo sobre el cauce del río, desprendiendo nuevos fragmentos y provocando el poder erosivo en la parte externa de la curva del curso de agua donde se produce una corriente secundaria producida por la fuerza centrífuga, este fenómeno ha provocado el deslizamiento de tramos de la vía dejando incomunicada a las comunidades.

- Al incrementarse el contenido de agua disminuye la resistencia del suelo y se incrementa el peso del mismo, por lo tanto aumentan las fuerzas actuantes y disminuye el factor de seguridad de estabilidad de taludes, cuando las laderas tienen una pendiente suave y se encuentran con vegetación, la velocidad del agua producto de la precipitación que recorre por la ladera es amortiguada por la vegetación y esto produce una menor erosión.
- Un detonante para el desbordamiento del río Damas fue la retención de piedras de gran tamaño en la columna central del puente peatonal que formó una pequeña represa disminuyendo el cauce del río y el detonante principal fue la velocidad del caudal originado por las lluvias intensas del sector.
- Realizar un estudio técnico para la construcción de un dique artificial de contención en el margen derecha del río Damas con el fin de mitigar los daños causados por el desbordamiento del río Damas, que cada año afecta en temporada invernal a la comunidad del sector, por el momento se construyó un dique provisional por emergencia.
- Desde el punto de vista geológico la zona es muy susceptible ante movimientos en masa en especial por encontrarse en una zona de deformación sismo-tectónica intensa, movimientos en masa que han sido activados por disparadores sísmicos, de precipitación y antropismo intenso.

## 21. RECOMENDACIONES FINALES

- Mantener los bosques y la cubierta vegetal del terreno para prevenir la erosión y deslizamientos.
- A la entrada de la comunidad de Alluriquín sector derecho (vía Santo Domingo – Quito) existe un puente SIMPLE, el cual está compuesto de dos estribos y una luz aproximada de 15 metros y ancho de 6 metros, se recomienda revisar técnicamente el estribo derecho del puente, que producto de la crecida del caudal (agua, lodo y escombros) fue afectando la estabilidad del mismo.
- Limpieza del cauce del río Alluriquín en los 400 metros del poblado, aproximadamente.
- Elaborar estudios hidrológicos-hidráulicos para definir la forma y capacidad hidráulica de paso del cauce fluvial a todo lo largo del poblado Alluriquín.
- Cambio de uso del suelo en la cuenca hidrográfica (establecimiento de bosques y cultivos que se adapten a la topografía y textura del suelo).
- Establecimientos de bosques de compensación en sitios afectados.
- Detección de sitios y sectores potencialmente en riesgos por deslizamiento con ayuda de simulaciones numéricas por movimientos en masa, esto constituye una medida a corto plazo.
- Establecer un sistema de alerta temprana hidrometeorológico en la cuenca hidrográfica del río Alluriquín la misma constituye una medida excelente a mediano y largo plazo, ya que previene con antelación y gran certeza el tiempo de evacuación de los habitantes ribereños.



- Instalar sistema de avisos comunitarios a través de telefonía fija y celular mediante un enlace eficiente entre los pobladores ribereños de la cuenca alta y media (sector Damas) con los pobladores de la cuenca baja del poblado Alluriquín. Esto constituye una medida a corto plazo y la solución inmediata junto a la reubicación temporal de los moradores para la reducción de riesgos por inundaciones.
- Con respecto a la zona de riesgo delimitada mediante resolución No. SGR-028-2015 del 24 de marzo de 2015, en la cual se amplía la zona de emergencia decretada de 13,3 Km<sup>2</sup> a 185 Km<sup>2</sup> debido a la gran cantidad de nuevos deslizamientos ocurridos en la zona, se ratifica la zona de riesgo delimitada para poder canalizar las estrategias y recursos tecnológicos y económicos necesarios para, de manera urgente, la corrección de taludes, gestión adecuada de los recursos hídricos y con ello fortalecer las políticas de ordenamiento del territorio de los sectores analizados, en función del plan mencionado anteriormente.

ELABORADO POR	CARGO - TEMA	FIRMA
Ing. Iván Albarracín Espinoza	P7-Análisis de estabilidad de taludes y verificación del estado de la infraestructura	
Ing. César Arguello Yépez	P7-Análisis geológico	
Ing. Omar Machado Góñez-Molleda	P7-Análisis Hidrológico	

**Revisado y Aprobado:** Ing. Ricardo Peñaherrera  
**Cargo:** Subsecretario SGIAR  
**Secretaría de Gestión de Riesgos**