

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE LA  
I.E.I.P.S.M. JUAN BLAS VALERA EN LA MARGEN  
IZQUIERDA DEL RÍO UTCUBAMBA, PUERTO  
NARANJITOS, AMAZONAS**

**Autora: Bach. Ana Cecilia Dávila Aguilar**

**Asesor: Ing. Daniel Villa Abanto**

**Registro: (...)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ  
2024**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me orienta y da sabiduría para continuar.

A mi madre y mi padre, que me han inculcado los buenos valores y hábitos, apoyándome incondicionalmente en todo momento para fortalecer mi vida.

A mis hermanos y sobrino, por apoyarme y animarme en el día a día.

A mí misma, por la perseverancia y el esfuerzo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien guía mi camino, dándome fuerza de voluntad y salud para salir adelante.

A mi asesor, Ing. Daniel Villa Abanto, por compartir sus conocimientos, experiencias y tiempo para reforzar este trabajo de grado.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil por inculcarme los conocimientos como profesional de Ingeniería Civil.

A mi familia y amigos, que me han dado su soporte y buenos consejos.

A las personas involucradas durante el proceso de realización de este trabajo.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Ing. RICARDO E. CAMPOS RAMOS Ph. D.  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE LA I.E.I. P. SM. JUAN BLAS VALERA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO UTCUAMBA, PUERTO NARANJITOS, AMAZONAS ; del egresado ANA CECILIA DÁVILA ABUILAR de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 04 de MAYO de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

DANIEL VILLA ABANTO

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

MG. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

**PRESIDENTE**



---

ING. CARLOS ALBERTO CHÁVEZ CULQUIMBOZ

**SECRETARIO**



---

M.SC. GINO ALFREDO VERGARA MEDINA

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE LA I.E.-I.P.S.M. JUAN BLAS VALERA EN  
LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO UTEVAMBÁ, PUEBLO NARAJITOS, AMAZONAS  
presentada por el estudiante ( ) egresado (X) BACH. ANA CECILIA DÁVILA AGUILAR  
de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL  
con correo electrónico institucional 7323769581@UNTRM.EDU.PE  
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:


- a) La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 22 de JULIO del 2024

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## REPORTE DE TURNITIN

DAVILA AGUILAR - TESIS F5.pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>sigrid.cenepred.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>portal.unas.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Tecnologica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	

  
Jorge Chariz Guerin  
PRESIDENTE J. E.



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 05 de agosto del año 2021, siendo las 11 horas, el aspirante: Bach. DANILA AGUILAR, ANA CECILIA, asesorado por Ing. DANIEL VILLA ABANTO defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Evaluación de riesgos por inundación de la I.E.P.S.M. Juan Blas Valera en la margen izquierda del río Utcubamba, puerto Naranjitos, Amazonas, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. Jorge Chávez Guivín

Secretario: Ing. Carlos Alberto Chávez Culquimboz

Vocal: M. Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional; en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X) / Mayoría ( )

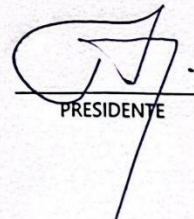
Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 13:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b> .....	iv
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS</b> .....	v
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS</b> .....	vi
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS</b> .....	vii
<b>REPORTE DE TURNITIN</b> .....	viii
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>RESUMEN</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	3
<b>2.1. Área de estudio</b> .....	3
<b>2.1.1. Zona de estudio</b> .....	3
<b>2.2. Material</b> .....	3
<b>2.3. Equipos</b> .....	3
<b>2.4. Tipo de investigación</b> .....	4
<b>2.5. Métodos</b> .....	4
<b>2.5.1. Estudio hidrológico de la cuenca del río Utcubamba contiguo a la I.E.I.P.S.M Juan Blas Valera</b> .....	4
<b>2.5.2. Simulación de caudal de máxima avenida en el área de estudio</b> .....	6
<b>2.5.3. Determinación de peligro y vulnerabilidad</b> .....	6

<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Estudio hidrológico de la cuenca del río Utcubamba contiguo a la I.E.I.P.S.M Juan Blas Valera .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1. Características geomorfológicas de la cuenca de zona de estudio.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.2. Características climatológicas de la cuenca.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3. Topografía de la zona de estudio .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Simulación de caudal de máxima avenida en el área de estudio.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Determinación de peligro y vulnerabilidad .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1. Determinación de peligro .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.2. Análisis de vulnerabilidad.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.3. Cálculo del nivel de riesgo.....</b>	<b>39</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ponderación de Saaty .....	7
<b>Tabla 2.</b> Factores condicionantes y desencadenante .....	7
<b>Tabla 3.</b> Factores para análisis de Vulnerabilidad .....	8
<b>Tabla 4.</b> Distribución de área por estaciones .....	11
<b>Tabla 5.</b> Precipitación máxima - Chachapoyas .....	12
<b>Tabla 6.</b> Precipitación máxima - Jazán .....	13
<b>Tabla 7.</b> Precipitación máxima - Magunchal .....	14
<b>Tabla 8.</b> Precipitación máxima - Jamalca .....	15
<b>Tabla 9.</b> Precipitación máxima con periodo de retorno - Chachapoyas .....	16
<b>Tabla 10.</b> Precipitación máxima con periodo de retorno - Jazán .....	16
<b>Tabla 11.</b> Precipitación máxima con periodo de retorno - Magunchal .....	17
<b>Tabla 12.</b> Precipitación máxima con periodo de retorno - Jamalca .....	17
<b>Tabla 13.</b> Precipitación máxima promedio con periodo de retorno .....	18
<b>Tabla 14.</b> Coeficientes de regresión logarítmica .....	19
<b>Tabla 15.</b> Intensidad de diseño .....	19
<b>Tabla 16.</b> Datos obtenidos de la simulación aguas arriba a aguas abajo .....	24
<b>Tabla 17.</b> Matriz de factores condicionantes .....	25
<b>Tabla 18.</b> Matriz normalizada de factores condicionantes .....	25
<b>Tabla 19.</b> Matriz de FC – Pendiente .....	26
<b>Tabla 20.</b> Matriz Normalizada de FC - Pendiente .....	26
<b>Tabla 21.</b> Matriz de FC – Unidades Geomorfológicas .....	27
<b>Tabla 22.</b> Matriz Normalizada de FC – Unidades Geomorfológicas .....	27
<b>Tabla 23.</b> Unidades Geológicas .....	28
<b>Tabla 24.</b> Matriz Normalizada de FC - Unidades Geológicas .....	28
<b>Tabla 25.</b> Matriz de FD - Intensidad .....	29
<b>Tabla 26.</b> Matriz Normalizada de FD - Intensidad .....	29
<b>Tabla 27.</b> Altura de inundación .....	30
<b>Tabla 28.</b> Matriz Normalizada - Altura de inundación .....	30
<b>Tabla 29.</b> Valor de susceptibilidad .....	31
<b>Tabla 30.</b> Valores de peligro .....	31
<b>Tabla 31.</b> Niveles de peligro .....	31
<b>Tabla 32.</b> Material estructura predominante .....	32
<b>Tabla 33.</b> Estado de conservación .....	32

<b>Tabla 34.</b> Antigüedad de la edificación .....	33
<b>Tabla 35.</b> Configuración de la elevación de la edificación .....	33
<b>Tabla 36.</b> Saneamiento de la propiedad .....	33
<b>Tabla 37.</b> Ponderación de dimensión económica.....	34
<b>Tabla 38.</b> Grupo etario .....	34
<b>Tabla 39.</b> Servicios Educativos Susceptible .....	34
<b>Tabla 40.</b> Servicio de agua.....	35
<b>Tabla 41.</b> Tipo de alumbrado de la I.E.....	35
<b>Tabla 42.</b> Capacitación en temas de Gestión del Riesgo .....	35
<b>Tabla 43.</b> Ponderación de dimensión social.....	36
<b>Tabla 44.</b> Explotación de recursos naturales.....	36
<b>Tabla 45.</b> Localización de centros poblados .....	37
<b>Tabla 46.</b> Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental.....	38
<b>Tabla 47.</b> Ponderación de dimensión ambiental .....	38
<b>Tabla 48.</b> Ponderación de dimensiones.....	39
<b>Tabla 49.</b> Niveles de Vulnerabilidad .....	39
<b>Tabla 50.</b> Matriz de riesgos.....	39
<b>Tabla 51.</b> Cálculo de niveles de riesgos .....	40
<b>Tabla 52.</b> Matriz de riesgos.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la zona de estudio .....	3
<b>Figura 2.</b> Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes .....	9
<b>Figura 3.</b> Estaciones de la zona de estudio .....	11
<b>Figura 4.</b> Curva IDF.....	20
<b>Figura 5.</b> Representación de pendientes de la zona de estudio.....	21
<b>Figura 6.</b> Representación de datos de la zona de estudio en HEC-RAS.....	21
<b>Figura 7.</b> Inserción de caudal de máxima avenida en 75 años.....	22
<b>Figura 8.</b> Simulación del comportamiento del caudal en la zona de estudio.....	22
<b>Figura 9.</b> Simulación de inundación en la zona de estudio.....	23
<b>Figura 10.</b> Identificación de inundación en la zona de estudio.....	23
<b>Figura 11.</b> Mapa de riesgos de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera.....	40

## **RESUMEN**

El cambio climático en los últimos años ha producido un incremento en las precipitaciones, lo cual aumenta el caudal de los ríos y quebradas, exponiendo a las poblaciones cercanas al riesgo de inundaciones.

En consecuencia, la presente investigación estudió el nivel de riesgo a inundación de la Institución Educativa I. P. S. M. Juan Blas Valera de la localidad de Puerto Naranjitos, Jamalca, en la región Amazonas, localizada en la margen izquierda del río Utcubamba, cuyo antecedente fue el repentino incremento del caudal producido por el embalse, a causa del sismo del 28 de noviembre del 2021.

Se analizó la información mediante la metodología propuesta por CENEPRED el cual se realizó comparación de importancia de los descriptores tanto para los niveles de peligro y vulnerabilidad, para determinar el nivel de riesgo; previo a lo anterior se detalló la caracterización hidrográfica de la cuenca del río Utcubamba como la precipitación de los datos de 4 estaciones localizadas en el área de estudio para el cálculo del caudal de máxima avenida y se simuló la inundación mediante el software HEC-RAS.

Se obtuvo el caudal de máxima avenida de 409 m<sup>3</sup>/s al ser simulado en el programa HEC-RAS, se encontró inundada la institución educativa. Finalmente, se contrastó con los parámetros de peligro y vulnerabilidad para la creación de mapa de riesgo, situándose la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera en el nivel de riesgo muy alto.

Palabras clave: Evaluación de riesgo, inundación, caudal de máxima avenida.

## **ABSTRACT**

Climate change in recent years has produced an increase in precipitations, which increases the flow of rivers and streams, exposing nearby populations to the risk of flooding.

Consequently, the present investigation studied the flood risk level of the I.P.S. M. Juan Blas Valera Educational Institution in the town of Puerto Naranjitos, Jamalca, in the Amazonas region, located on the left bank of the Utcubamba River, whose background was the sudden increase in the flow produced by the reservoir, due to the earthquake of November 28, 2021.

The information was analyzed based on the methodology proposed by CENEPRED, which compared the importance of the descriptors for both hazard and vulnerability levels, to determine the level of risk; prior to this, the hydrographic characterization of the Utcubamba river basin was detailed, as well as the precipitation data from 4 stations located in the study area for the calculation of the maximum flood flow, and the flood was simulated using HEC-RAS software.

The maximum avenue flow of 409 m<sup>3</sup>/s was obtained when simulated in the HEC-RAS program, and the educational institution was found to be flooded. Finally, it was contrasted with the hazard and vulnerability parameters for the creation of the risk map, placing the I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera in the very high-risk level.

Key words: Risk assessment, flood, maximum avenue flow.



## **I. INTRODUCCIÓN**

Para el desarrollo de las actividades de una población como alimentación e higiene, se ha utilizado como fuente de recurso hídrico a los ríos (Luu et al., 2020). Por ende, las personas tienden a vivir en llanuras aluviales por su necesidad de agua y transporte, también, carecen de conocimiento y concientización de la exposición a peligros, entre ellos: inundaciones, al ubicar sus viviendas en estas zonas vulnerables. (Tingsanchali y Promping, 2022). Al ser propensos a este desastre natural causa impacto social y económico, existen tipos de inundaciones, ocasionados por incremento de caudales ríos el más costoso y frecuente, que afecta a la mayoría de países en todo el mundo (Rincón et al., 2022).

Las inundaciones según su frecuencia es el tipo de desastre que puede causar devastación generalizada, pérdida de vidas, daños a las propiedades e infraestructura pública (Tingsanchali y Promping, 2022; Erena et al., 2018). Asimismo, como consecuencia del cambio climático, el riesgo de inundaciones ha aumentado considerablemente; provocando fuertes precipitaciones alternadas con periodos extremadamente secos (Trizio et al., 2021). También, son causadas por mala gestión de cuencas en los ríos, deforestación, cambio de uso del suelo, aumento de urbanización y actividades económicas en áreas susceptibles a inundación (Rincón et al., 2022). Además, durante los años 1998 a 2017 se tuvo una pérdida de cerca de 658 billones de dólares alrededor del mundo y 2 billones de personas afectadas por las inundaciones, se estima el aumento de las cifras debido al cambio climático y la creciente urbanización (Stucchi et al., 2021).

Los riesgos por inundación están en función al peligro, vulnerabilidad y exposición (Li et al., 2016; Arrighi et al., 2018). En contraste, se tiene otra definición del riesgo siendo el producto del peligro de inundación y la vulnerabilidad (Liu et al. 2021). El peligro es el evento natural amenazante, incluye su probabilidad de ocurrencia, la exposición son las personas o activos presentes en un lugar involucrado y la vulnerabilidad son las características y circunstancias de una comunidad, sistema o activo susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (Li et al., 2016). Riesgo es definido como las consecuencias potenciales de un peligro, es decir, la exposición y vulnerabilidad de las personas, los bienes y la infraestructura al evento e impacto, en este caso las inundaciones (Armenakis et al., 2017).

Existen 3 métodos para la evaluación de riesgos: estadísticos matemáticos, sistemas de índices y evaluación de riesgos dinámicos basados en modelos integrados. Éste último actualmente es el proceso principal de la investigación en evaluación de riesgos (Li et al., 2016). Al obtener el peligro y la vulnerabilidad de inundación, se puede determinar el nivel de riesgo y construir mapas de riesgos por inundación para varios periodos de retorno siendo de apoyo en la planificación y gestión en la mitigación de inundaciones (Tingsanchali y Promping, 2022). Además, se tiene en cuenta el estudio a nivel de un edificio para captar la variabilidad de una superficie construida como número de plantas, sótano, material de construcción y uso si es comercial, residencial, entre otros (Arrighi et al., 2018).

La investigación del nivel de riesgo por inundación de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera ubicada en la margen izquierda del río Utcubamba, se evaluó la caracterización de la cuenca del área de estudio, brindando información de la precipitación pluvial (calculada entre 4 estaciones) para obtención del caudal de máxima avenida; posteriormente, se simuló la inundación mediante el software HEC-RAS, analizándose los resultados y los datos del colegio mediante el método de evaluación de riesgo por inundación propuesto por el CENEPRED, que emplea la comparación de la importancia de los descriptores de acuerdo al método analítico jerárquico en cálculo de los niveles de peligro y vulnerabilidad.

La evaluación del riesgo por inundación de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera se planteó el estudio hidrológico de la cuenca del río Utcubamba, la simulación de los caudales de máxima avenida, para la determinación de peligro y vulnerabilidad de la infraestructura del centro educativo mediante mapas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

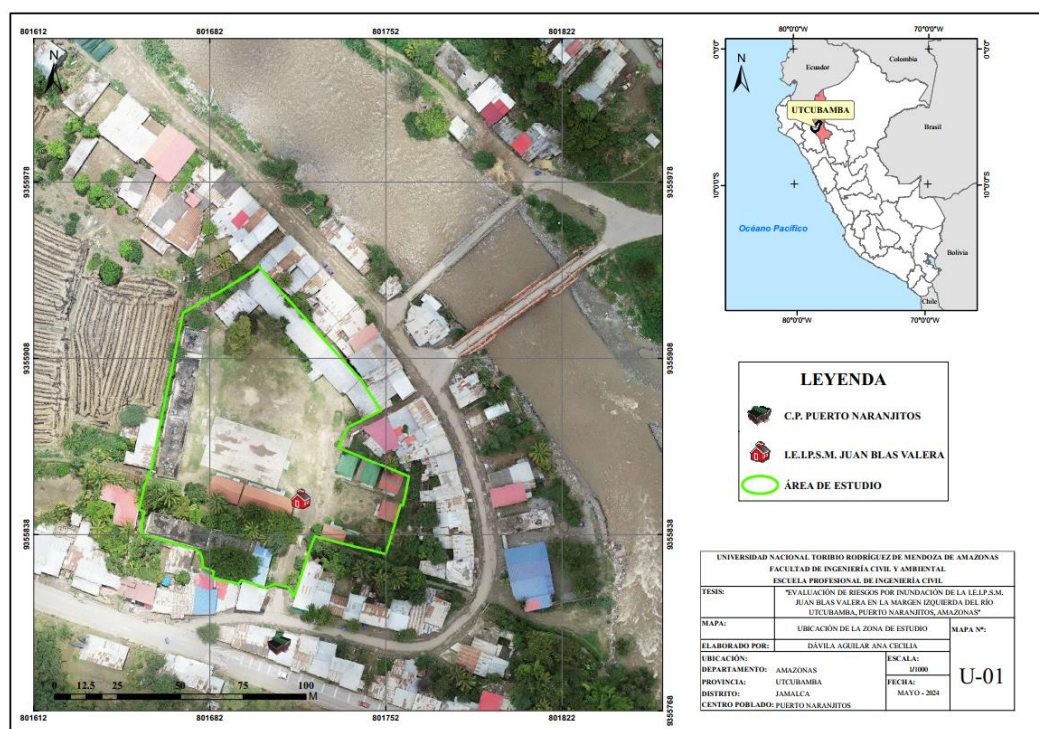
### 2.1. Área de estudio

#### 2.1.1. Zona de estudio

La ubicación de la investigación es en el distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas. Localizada al margen izquierdo del río Utcubamba.

#### Figura 1.

*Ubicación de la zona de estudio*



### 2.2. Material

El estudio se basó en la infraestructura de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera que se encuentra construida a escasos metros del río Utcubamba, albergando a los tres niveles de educación básica: inicial, primaria y secundaria.

### 2.3. Equipos

Los equipos empleados en la investigación fueron Laptop (LENOVO) y softwares: Excel, Argis y HEC-RAS.

## **2.4. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo descriptivo debido a que se describió fenómenos, situaciones, contextos y sucesos, buscando especificar propiedades, características y perfiles de fenómenos sometidos a un análisis, cuyo objetivo es medir o recoger información sobre conceptos y variables (Hernández et al., 2014).

## **2.5. Métodos**

### **2.5.1. Estudio hidrológico de la cuenca del río Utcubamba contiguo a la I.E.I.P.S.M Juan Blas Valera**

La cuenca hidrográfica que se estudió es perteneciente a la cuenca del río Utcubamba. Representa el 15,32% del departamento de Amazonas, abarcando las provincias de Bagua, Utcubamba, Bongará, Luya y Chachapoyas. Asimismo, nace en Atuen (Chachapoyas) y desemboca al río Marañon (Amazonas) (Barboza et al., 2017).

#### **2.5.1.1. Características geomorfológicas de la cuenca**

##### **2.5.1.1.1. Área de la cuenca**

Es la proyección en el plano horizontal de la superficie que es drenada con un sistema fluvial (Benavides et al., 2009).

##### **2.5.1.1.2. Perímetro de la cuenca**

Es la longitud de la línea divisoria de aguas (Benavides et al., 2009).

##### **2.5.1.1.3. Longitud del cauce**

Línea de mayor longitud que va desde la desembocadura hasta el extremo de la línea de divisoria de aguas (Benavides et al., 2009).

##### **2.5.1.1.4. Ancho promedio de la cuenca**

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal (CENEPRED, 2014).

##### **2.5.1.1.5. Pendiente del cauce**

Es utilizado para el aprovechamiento hidroeléctrico y/o problemas de inundaciones (CENEPRED, 2014).

##### **2.5.1.1.6. Pendiente de la cuenca**

Factor relacionado con la infiltración, escorrentía superficial, humedad del suelo y contribución del agua subterránea a la escorrentía (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.7. Altitud media**

Cota o altitud que determina el 50% del área de cuenca situada por encima y por debajo de esta (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.8. Curva de frecuencia de altitudes**

Representación de diferentes altitudes en superficies (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.9. Índice de compacidad**

Es la relación del perímetro de la cuenca y el área de la cuenca (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.10. Factor forma**

Relación del ancho promedio de la cuenca y su longitud (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.11. Densidad de drenaje**

Es la relación de la longitud del cauce y el área de la cuenca (CENEPRED, 2014).

#### **2.5.1.1.12. Red de drenaje**

*Orden de la cuenca*

Según Stralher clasifica a los canales de la red de drenaje considerando a los de primer orden sin presencia de ramificación, segundo orden, reciben de los de primer orden, y tercer orden reciben de los de segundo orden de magnitud, así sucesivamente (Benavides et al., 2009).

### **2.5.1.2. Características climatológicas de la cuenca**

#### **2.5.1.2.1. Precipitación**

Se recopiló datos de 4 estaciones dentro de la zona de estudio delimitada. Además, mediante el método de polígono de Thiessen se encontró su área de aporte de cada una, en los datos de precipitación se utilizó la distribución de gumbel.

#### **2.5.1.2.2. Intensidad**

Se aplicó la relación de las precipitaciones máximas en mm obtenidas entre la duración en minutos (conversión hasta 24 horas), para distintos periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200), se graficó las curvas IDF (Intensidad Duración Frecuencia).

### **2.5.1.2.3. Caudal de máxima avenida**

Se utilizó el método racional modificado (MTC, 2011), se obtuvo de las curvas IDF la intensidad de los diferentes periodos de retorno. Se calculó caudal de máxima avenida en un periodo de retorno de durabilidad de edificación.

$$Q = 0.278 CIAK... (1)$$

Q: Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

K: Coeficiente de Uniformidad

### **2.5.1.3. Topografía de la zona de estudio**

Se consideró el empleo de la fotogrametría, es decir, toma de datos mediante imágenes emitidas por un dron controlado manualmente de la zona de estudio cuyo resultado se presenta en un modelo de elevación digital, además, se identificaron tres puntos de control para la precisión de la geolocalización de la topografía.

### **2.5.2. Simulación de caudal de máxima avenida en el área de estudio**

El software que se utilizó para la simulación de caudal de máxima avenida fue el HEC-RAS 6.3.1, donde se caracterizó la cuenca en la zona de estudio con efecto de inundación a partir de un complemento Hec-Georas, donde se colocó el caudal de máxima avenida y los coeficientes de Manning (Hernández-Urbe et al., 2017).

### **2.5.3. Determinación de peligro y vulnerabilidad**

Al compilar los datos de la cuenca en el tramo de la zona de estudio y simulación de caudal de máxima avenida, se determinó el peligro y se analizó la zona inundada mediante los cuadros guía de toma de datos y se calculó el nivel de riesgo mediante la matriz de riesgo. Se utilizó el método analítico jerárquico en el que se comparó los pares de los parámetros propuestos para el análisis de peligro y vulnerabilidad.

Método Analítico Jerárquico: La matriz de comparación de pares se utilizó la tabla de Saaty valorar la relatividad de su importancia entre dos parámetros (CENEPRED, 2014).

**Tabla 1.**

*Ponderación de Saaty*

<b>Escala Numérica</b>	<b>Escala Verbal</b>
9	Absolutamente o muchísimo más importante o
7	Mucho más importante o preferido que ...
5	Más importante o preferido que ...
3	Ligeramente más importante o preferido que ...
1	Igual a ...
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las comparaciones anteriores

*Nota. Adaptado de CENEPRED (2014)*

### 2.5.3.1. Determinación de peligro

Al calcular el peligro se consideró los factores desencadenantes y condicionantes para representar al nivel de susceptibilidad (CENEPRED, 2020), debido al parámetro de evaluación de frecuencia dada en 75 años similar al periodo de retorno optado para estructuras de puentes según Villón (2002).

**Tabla 2.**

*Factores condicionantes y desencadenante*

<b>Factores condicionantes</b>	<b>Factor Desencadenante</b>
Pendiente	
Unidades Geomofológicas	Intensidad de diseño
Unidades Geológicas	

### 2.5.3.2. Análisis de vulnerabilidad

Se determinó la vulnerabilidad mediante la exposición, la fragilidad y la resiliencia de los elementos expuestos a inundación en las dimensiones social, económica y ambiental (CENEPRED, 2014).

**Tabla 3.**

*Factores para análisis de Vulnerabilidad*

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>FACTORES DE VULNERABILIDAD</b>	<b>PARÁMETROS</b>
<b>SOCIAL</b>	FRAGILIDAD	Grupo Etario, Servicio Educativo, Servicio de Agua, Tipo de Alumbrado.
	RESILENCIA	Capacitación en temas de Gestión de Riesgo
<b>ECONÓMICA</b>	FRAGILIDAD	Material de Estructura Predominante, Estado de Conservación, Antigüedad de la Edificación, Configuración de la Edificación
	RESILENCIA	Saneamiento de la Propiedad
<b>AMBIENTAL</b>	FRAGILIDAD	Explotación de recursos naturales. Localización de centros poblados
	RESILENCIA	Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental

### **2.5.3.3.Cálculo del nivel de riesgo**

Se calculó el nivel de riesgo, con los niveles de peligro y vulnerabilidad, presenta una matriz de riesgo, se tuvo en cuenta el método de toma de decisiones de proceso analítico jerárquico (CENEPRED, 2014).

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Estudio hidrológico de la cuenca del río Utcubamba contiguo a la I.E.I.P.S.M Juan Blas Valera**

#### **3.1.1. Características geomorfológicas de la cuenca de zona de estudio**

Para poder desarrollar este objetivo se usó el programa de Argis 10.5, el cual brindó distintas herramientas dedicadas al análisis hidráulico de las cuencas; de tal modo logramos obtener los siguientes resultados:

##### **3.1.1.1.Área de la cuenca**

El área de la cuenca estudiada es de 4909.675 kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>).

##### **3.1.1.2.Perímetro de la cuenca**

El perímetro de la cuenca estudiada es de 475.155 kilómetros (Km).

##### **3.1.1.3.Longitud del cauce**

La longitud del cauce principal es de 181.195 kilómetros (Km).



### 3.1.1.4. Ancho promedio de la cuenca

Es la relación entre el área y la longitud de la cuenca en este caso en particular es:

$$\frac{4909.675}{181.195} = 27.09 \text{ Km}$$

### 3.1.1.5. Pendiente del cauce

- Pendiente promedio del cauce principal:

La pendiente del cauce es la relación entre la diferencia de alturas y la longitud del cauce:

$$\frac{4300 - 500}{181195} * 100 = 2.097 \%$$

- Pendiente promedio de la red hídrica:

Se considera no solo al río principal, sino a todos los demás cursos de agua:  
2.126%

### 3.1.1.6. Pendiente de la cuenca

La pendiente promedio de la cuenca es de 25.57%

### 3.1.1.7. Altitud media

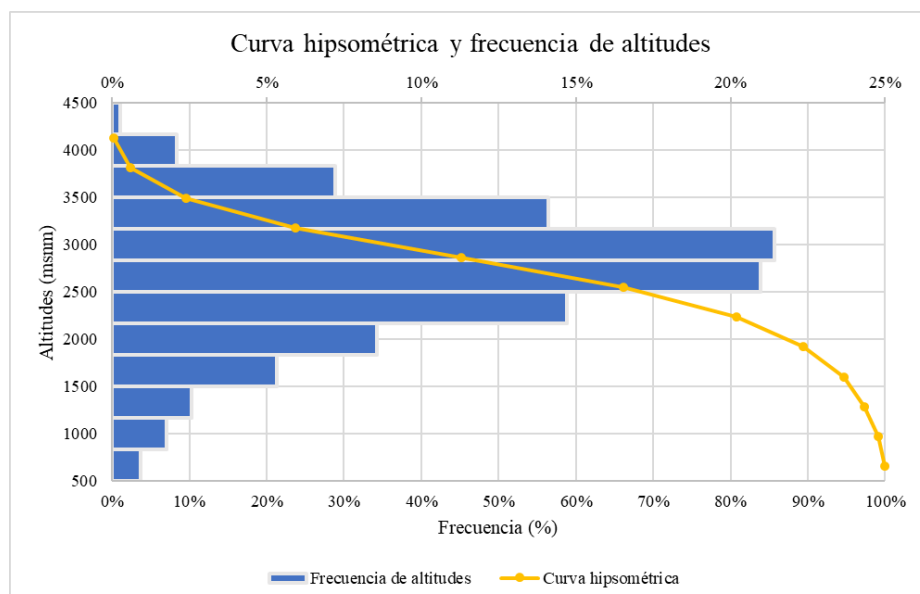
La altitud media es de 2824.103 msnm.

### 3.1.1.8. Curva de frecuencia de altitudes

Es de 2472.719 metros sobre el nivel del mar.

#### Figura 2.

*Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes*



### 3.1.1.9. Índice de compacidad

Este valor es representativo de que tan circular es la cuenca y se calcula:

$$K_c = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.28 * \frac{474.155}{\sqrt{4909.675}} = 1.894$$

La cuenca tiene una forma rectangular.

### 3.1.1.10. Factor forma

Este valor se calcula de la siguiente manera:

$$K_f = \frac{A}{L^2} = \frac{4909.675}{181.195^2} = 0.149$$

Este valor indica que la cuenca es muy alargada.

### 3.1.1.11. Densidad de drenaje

La división entre la longitud total de los cauces y el área de la cuenca:

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{2159.76}{4909.675} = 0.439$$

La cuenca tiene una densidad de drenaje baja.

### 3.1.1.12. Red de drenaje

*Orden de la cuenca*

El orden del cauce principal de la cuenca es de orden 6.

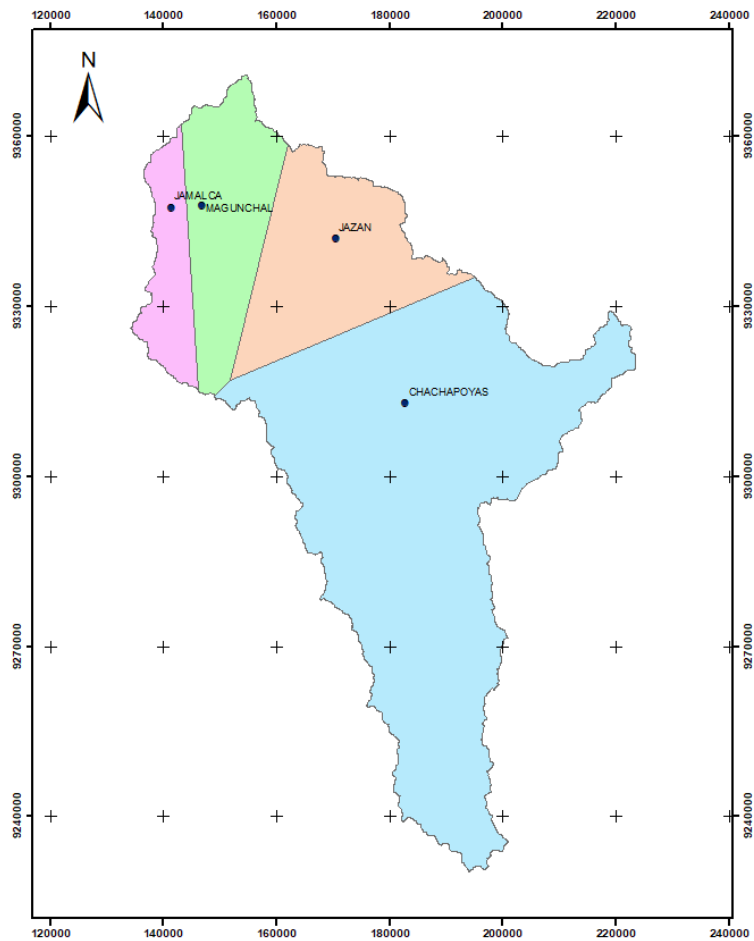
### 3.1.2. Características climatológicas de la cuenca

#### 3.1.2.1. Precipitación

*Estaciones*

**Figura 3.**

*Estaciones de la zona de estudio*



*Área de estaciones por polígono de Thiessen*

**Tabla 4.** *Distribución de área por estaciones*

Distribución de área por estaciones				Área Total
Chachapoyas	Jazán	Magunchal	Jamalca	(km <sup>2</sup> )
3139.628	836.172	636.036	297.840	4909.675

*Precipitación máxima (mm)*

**Tabla 5.**

*Precipitación máxima - Chachapoyas*

<b>ESTACIÓN:</b>		<b>CHACHAPOYAS</b>
<b>Nº</b>	<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)</b>
1	1998	29.1
2	1999	25.3
3	2000	28.4
4	2001	52.8
5	2002	31.5
6	2003	24.9
7	2004	31.2
8	2005	29.3
9	2006	42
10	2007	36
11	2008	39.5
12	2009	43.5
13	2010	34
14	2011	26.5
15	2012	53.4
16	2013	29.7
17	2014	36.3
18	2015	39.5
19	2016	28.1
20	2017	37.6
<b>PROMEDIO</b>		<b>34.93</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>		<b>8.30</b>

**Tabla 6.***Precipitación máxima - Jazán*

<b>ESTACIÓN:</b>		<b>JAZAN</b>
<b>Nº</b>	<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)</b>
1	1998	37.8
2	1999	28.7
3	2000	38.6
4	2001	40.6
5	2002	43.2
6	2003	39.6
7	2004	36.9
8	2005	47.3
9	2006	23.8
10	2007	29.5
11	2008	23.9
12	2009	33.7
13	2010	24.8
14	2011	26.8
15	2012	41.2
16	2013	38.6
17	2014	40.4
18	2015	60.4
19	2016	33.3
20	2017	40
<b>PROMEDIO</b>		36.46
<b>DESV. ESTANDAR</b>		8.88

**Tabla 7.***Precipitación máxima - Magunchal*

<b>ESTACIÓN:</b>		<b>MAGUNCHAL</b>
<b>Nº</b>	<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)</b>
1	1998	86.8
2	1999	52.1
3	2000	51.3
4	2001	71.9
5	2002	67.1
6	2003	62.5
7	2004	66.8
8	2005	53.5
9	2006	63.2
10	2007	75
11	2008	59.2
12	2009	67.2
13	2010	119.1
14	2011	80
15	2012	57.8
16	2013	55.1
17	2014	64.4
18	2015	46.2
19	2016	56
20	2017	69
<b>PROMEDIO</b>		<b>66.21</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>		<b>16.04</b>

**Tabla 8.***Precipitación máxima - Jamalca*

<b>ESTACIÓN:</b>		<b>JAMALCA</b>
<b>N°</b>	<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)</b>
1	1998	149.2
2	1999	149.9
3	2000	98.5
4	2001	76.2
5	2002	106
6	2003	32.1
7	2004	56.9
8	2005	82.2
9	2006	66.8
10	2007	62.3
11	2008	101.9
12	2009	53.1
13	2010	62
14	2011	63.8
15	2012	49.8
16	2013	73
17	2014	36.4
18	2015	37.4
19	2016	52.8
20	2017	65.8
<b>PROMEDIO</b>		<b>73.81</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>		<b>32.98</b>

Después, se determinaron las precipitaciones máximas diarias con los periodos de retorno determinados mediante la distribución de Gumbel, de cada una de las estaciones respecto a la duración de la precipitación en horas y minutos.

*Precipitación máxima con periodo de retorno en años (mm)*

**Tabla 9.**

*Precipitación máxima con periodo de retorno - Chachapoyas*

<b>ESTACIÓN CHACHAPOYAS</b>									
<b>DURACIÓN</b>		<b>PRECIPITACIÓN (mm/día) CON PERIODO DE RETORNO (años)</b>							
<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
1	60	11.379	13.866	15.512	17.592	19.136	20.033	20.668	22.194
2	120	14.793	18.025	20.166	22.870	24.876	26.043	26.868	28.852
3	180	17.448	21.261	23.785	26.975	29.341	30.717	31.690	34.031
4	240	19.724	24.034	26.888	30.494	33.169	34.723	35.824	38.469
5	300	21.620	26.345	29.473	33.426	36.358	38.062	39.268	42.168
6	360	23.137	28.194	31.541	35.771	38.909	40.733	42.024	45.128
8	480	25.792	31.429	35.161	39.876	43.374	45.408	46.847	50.306
12	720	30.344	36.975	41.366	46.913	51.029	53.421	55.114	59.184
18	1080	34.516	42.059	47.054	53.364	58.045	60.766	62.692	67.321
24	1440	37.930	46.219	51.707	58.642	63.786	66.776	68.892	73.980

**Tabla 10.**

*Precipitación máxima con periodo de retorno - Jazán*

<b>ESTACIÓN JAZAN</b>									
<b>DURACIÓN</b>		<b>PRECIPITACIÓN (mm/día) CON PERIODO DE RETORNO (años)</b>							
<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
1	60	11.864	14.524	16.285	18.511	20.162	21.122	21.801	23.434
2	120	15.423	18.881	21.171	24.064	26.211	27.458	28.341	30.464
3	180	18.191	22.270	24.971	28.384	30.915	32.387	33.428	35.932
4	240	20.564	25.175	28.228	32.086	34.947	36.611	37.788	40.618
5	300	22.541	27.596	30.942	35.171	38.308	40.131	41.422	44.524
6	360	24.123	29.532	33.114	37.639	40.996	42.947	44.328	47.648
8	480	26.891	32.921	36.914	41.958	45.701	47.876	49.415	53.116
12	720	31.637	38.731	43.428	49.363	53.765	56.324	58.136	62.490
18	1080	35.987	44.056	49.399	56.150	61.158	64.069	66.129	71.082
24	1440	39.546	48.414	54.285	61.703	67.207	70.405	72.669	78.112



**Tabla 11.***Precipitación máxima con periodo de retorno - Magunchal*

<b>ESTACIÓN MAGUNCHAL</b>									
<b>DURACIÓN</b>		<b>PRECIPITACIÓN (mm/día) CON PERIODO DE RETORNO (años)</b>							
<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
1	60	21.552	26.357	29.539	33.558	36.540	38.274	39.500	42.450
2	120	28.018	34.264	38.400	43.626	47.503	49.756	51.351	55.185
3	180	33.046	40.414	45.292	51.456	56.029	58.686	60.567	65.090
4	240	37.357	45.686	51.200	58.168	63.337	66.341	68.467	73.580
5	300	40.949	50.079	56.123	63.761	69.427	72.720	75.051	80.654
6	360	43.822	53.593	60.062	68.235	74.299	77.823	80.318	86.314
8	480	48.851	59.743	66.954	76.066	82.825	86.754	89.534	96.219
12	720	57.472	70.286	78.770	89.489	97.441	102.063	105.335	113.199
18	1080	65.374	79.950	89.600	101.794	110.839	116.097	119.818	128.764
24	1440	71.840	87.857	98.462	111.861	121.801	127.579	131.668	141.499

**Tabla 12.***Precipitación máxima con periodo de retorno - Jamalca*

<b>ESTACIÓN JAMALCA</b>									
<b>DURACIÓN</b>		<b>PRECIPITACIÓN (mm/día) CON PERIODO DE RETORNO (años)</b>							
<b>Hr</b>	<b>Min</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
1	60	23.183	33.064	39.606	47.872	54.004	57.568	60.090	66.155
2	120	30.138	42.983	51.488	62.233	70.205	74.838	78.118	86.002
3	180	35.548	50.698	60.729	73.403	82.806	88.271	92.139	101.438
4	240	40.184	57.311	68.650	82.978	93.606	99.784	104.157	114.669
5	300	44.048	62.822	75.251	90.956	102.607	109.379	114.172	125.695
6	360	47.139	67.230	80.532	97.339	109.808	117.055	122.184	134.515
8	480	52.549	74.945	89.773	108.509	122.408	130.487	136.205	149.951
12	720	61.822	88.171	105.616	127.658	144.010	153.514	160.241	176.413
18	1080	70.322	100.294	120.138	145.211	163.811	174.623	182.274	200.670
24	1440	77.277	110.213	132.020	159.572	180.012	191.893	200.302	220.517

Luego, se obtuvo las precipitaciones máximas de las estaciones mediante el polígono de Thiessen.

**Tabla 13.**

*Precipitación máxima promedio con periodo de retorno*

DURACIÓN Hr	PRECIPITACIÓN (mm/día) CON PERIODO DE RETORNO (años)							
	2	5	10	25	50	75	100	200
1	13.496	16.761	18.923	21.654	23.680	24.858	25.692	27.696
2	17.544	21.789	24.599	28.150	30.785	32.316	33.399	36.005
3	20.693	25.700	29.015	33.203	36.310	38.116	39.394	42.467
4	23.392	29.052	32.799	37.534	41.046	43.088	44.533	48.006
5	25.642	31.845	35.953	41.143	44.993	47.231	48.815	52.622
6	27.441	34.080	38.476	44.030	48.150	50.545	52.240	56.315
8	30.590	37.991	42.891	49.083	53.676	56.345	58.235	62.778
12	35.988	44.695	50.460	57.744	63.148	66.289	68.512	73.856
18	40.936	50.841	57.399	65.684	71.831	75.403	77.932	84.011
24	44.985	55.869	63.075	72.180	78.935	82.861	85.640	92.320

### 3.1.2.2. Intensidad

Con las precipitaciones de la tabla anterior aplicamos regresión exponencial para lograr determinar la intensidad de diseño mediante la fórmula empírica de USA de forma:

$$I = \frac{K \times T^a}{D^b}$$

I: Intensidad máxima (mm/hr)

a,b,K: parámetros

T: periodo de retorno (años)

D: duración (min)

Se realizó los cálculos con los datos de la tabla siguiente (resultados de regresión exponencial):

**Tabla 14.**

*Coefficientes de regresión logarítmica*

AÑOS	A	B		
2	170.07			
5	211.21			
10	238.46			
25	272.88	170.06	0.1326	0.616
50	298.42			
75	313.26			
100	323.76			
500	349.02			
COEFICIENTES	K	a	b	

Fórmula de la intensidad de diseño:

$$I = \frac{170.06 \times T^{0.1326}}{t^{0.616}}$$

Al reemplazar los datos de periodo de retorno y duración en la fórmula encontrada para la intensidad de diseño, se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 15.**

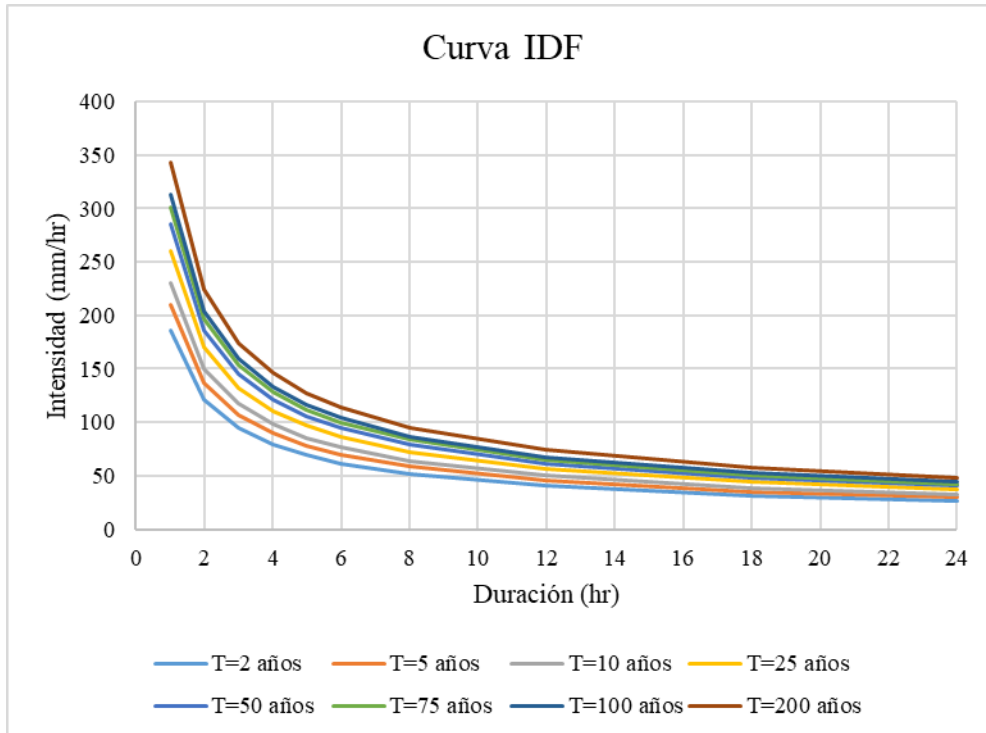
*Intensidad de diseño*

Periodo	INTENSIDAD (mm/hr)									
	Duración (hr)									
	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
<b>2</b>	186.431	121.642	94.757	79.369	69.176	61.827	51.786	40.341	31.425	26.321
<b>5</b>	210.516	137.357	106.999	89.622	78.112	69.814	58.477	45.552	35.484	29.722
<b>10</b>	230.782	150.580	117.299	98.250	85.632	76.535	64.106	49.937	38.900	32.583
<b>25</b>	260.597	170.034	132.453	110.943	96.695	86.423	72.388	56.389	43.926	36.792
<b>50</b>	285.684	186.402	145.204	121.623	106.003	94.742	79.356	61.817	48.155	40.334
<b>75</b>	301.464	196.698	153.225	128.341	111.859	99.976	83.740	65.232	50.814	42.562
<b>100</b>	313.186	204.347	159.183	133.332	116.208	103.863	86.996	67.768	52.790	44.217
<b>200</b>	343.336	224.019	174.507	146.167	127.395	113.862	95.371	74.292	57.872	48.474

Los datos de la tabla 15 están presentados en las curvas IDF en diferentes periodos de retorno de la figura 4.

**Figura 4.**

*Curva IDF*



### 3.1.2.3. Caudal de máxima avenida

Se tuvo en cuenta el periodo de retorno de 75 años por la duración de vida útil de una construcción. Al hacer uso de la ecuación de 1, se utilizaron los siguientes datos:

Tiempo de concentración horas ( $T_c$ ): 8.43

Coefficiente de uniformidad ( $K$ ): 1.51

Coefficiente de escorrentía: 0.029

Intensidad mm/h ( $I$ ): 6.8

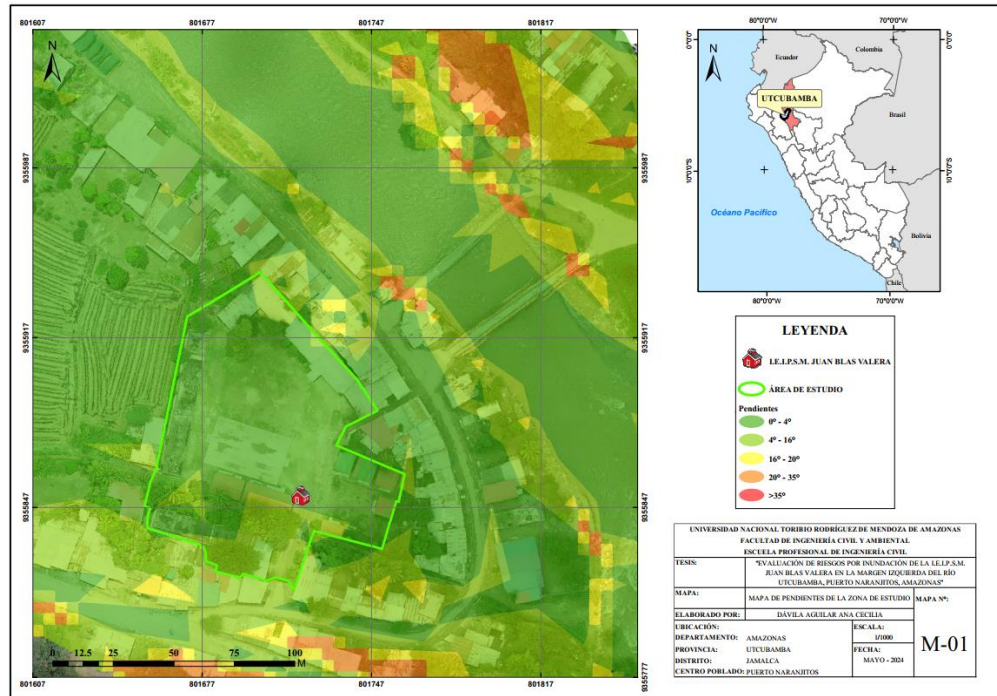
Área de la cuenca  $\text{km}^2$  ( $A$ ): 4909.675

El caudal de máxima descarga  $\text{m}^3/\text{s}$  ( $Q$ ) = 409.978  $\text{m}^3/\text{s}$

### 3.1.3. Topografía de la zona de estudio

**Figura 5.**

*Representación de pendientes de la zona de estudio*

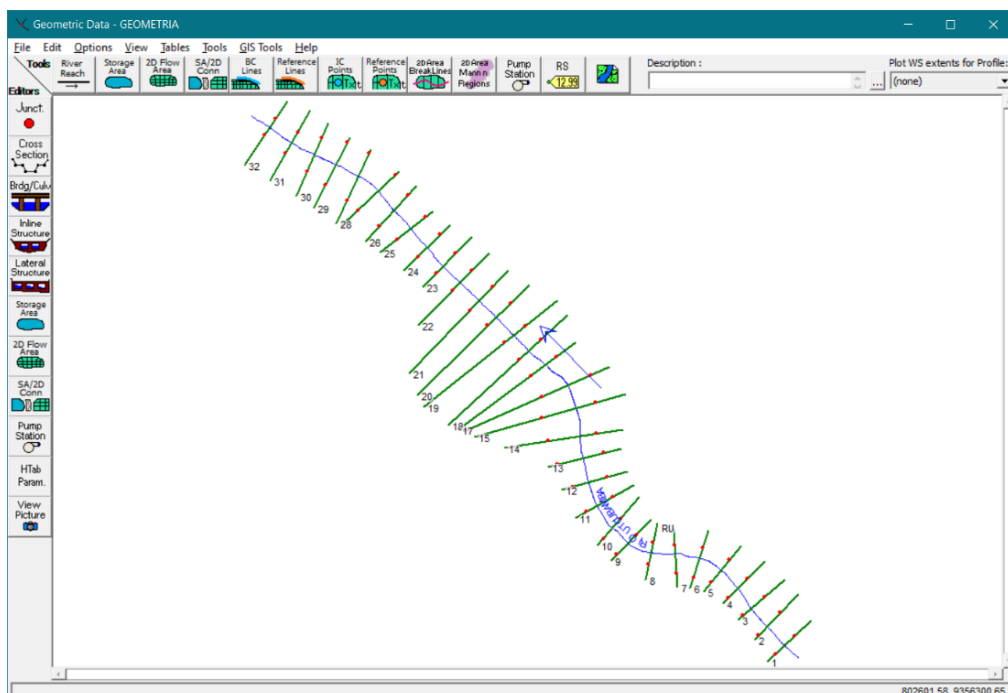


### 3.2. Simulación de caudal de máxima avenida en el área de estudio

Introducción de los datos geométricos de la zona de estudio.

**Figura 6.**

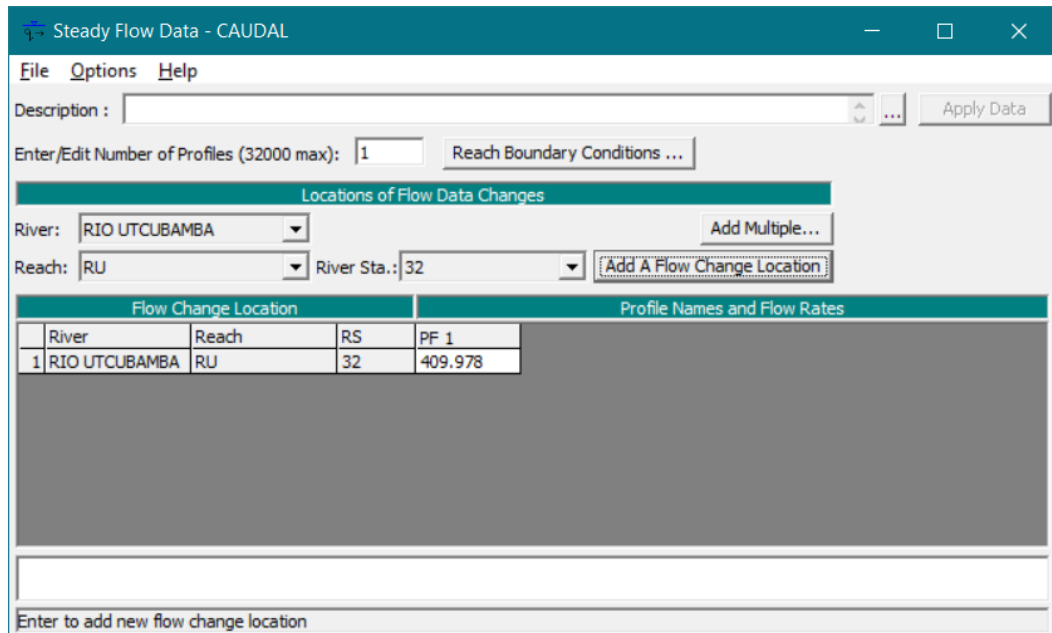
*Representación de datos de la zona de estudio en HEC-RAS*



Introducción del caudal de máxima avenida en 75 años

**Figura 7.**

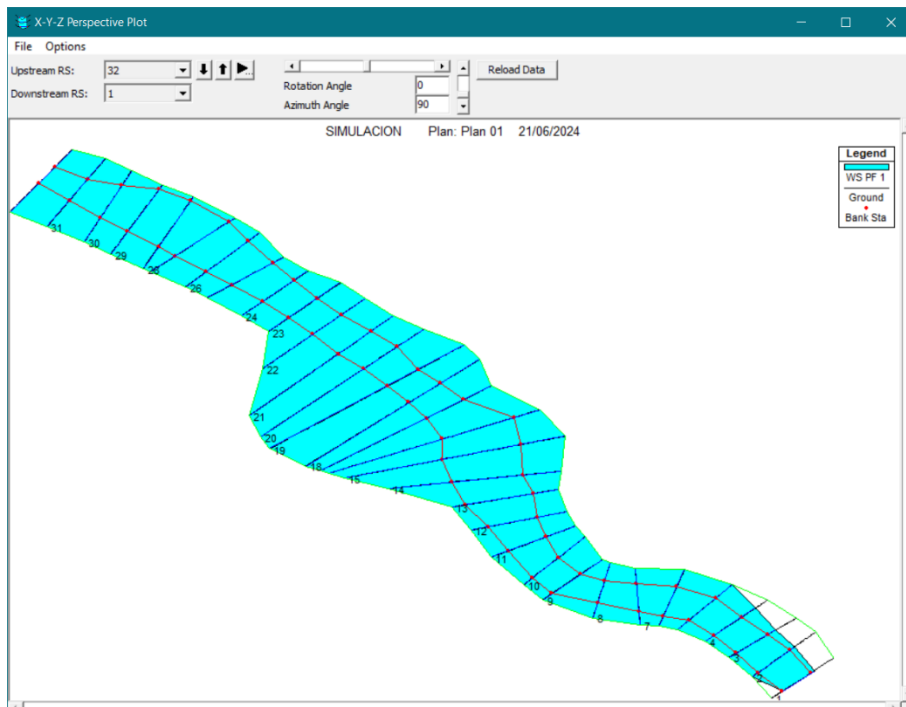
*Inserción de caudal de máxima avenida en 75 años*



Simulación del comportamiento del caudal en la geometría del río del área de estudio.

**Figura 8.**

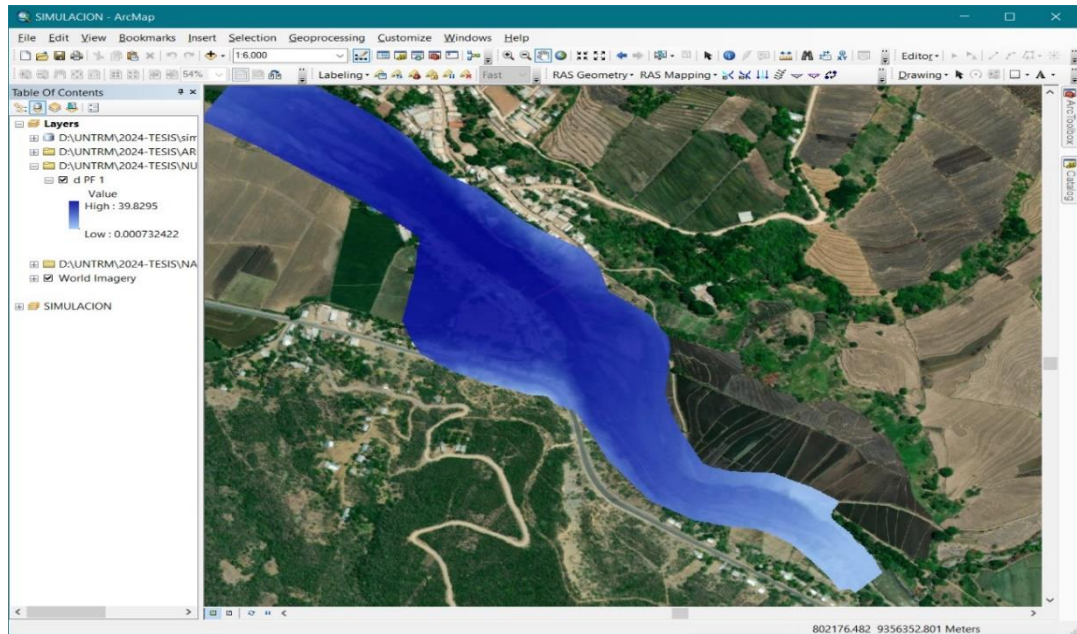
*Simulación del comportamiento del caudal en la zona de estudio*



Introducción de datos a ARGIS 10.5 para determinación de las zonas afectadas por la simulación de la inundación.

**Figura 9.**

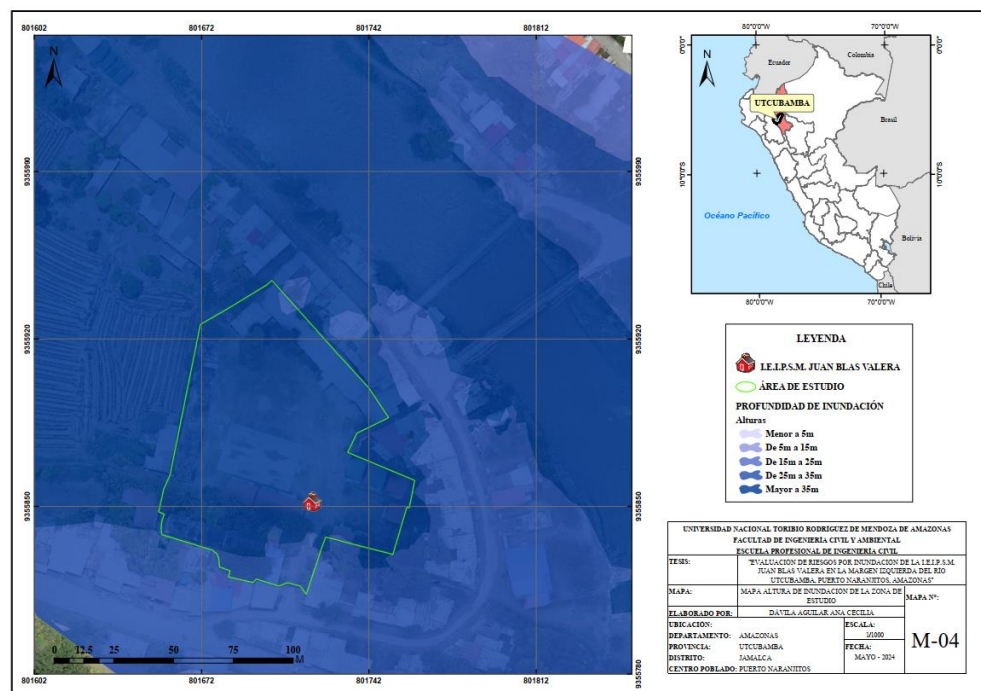
*Simulación de inundación en la zona de estudio*



Identificación de inundación en la zona de estudio

**Figura 10.**

*Identificación de inundación en la zona de estudio*



Datos obtenidos de la simulación por secciones realizadas a la zona estudiada

**Tabla 16.**

*Datos obtenidos de la simulación aguas arriba a aguas abajo*

Sección	Distancia	Datos obtenidos de simulación				
		Cota de Solera (m)	Altura máxima (m)	Velocidad media (m/s)	Ancho de lámina de agua (m)	Área inundada (m <sup>2</sup> )
1	51.93	551.73	3.00	4.09	60.28	101.83
2	100.04	548.77	6.86	0.88	84.46	479.00
3	149.81	545.67	9.99	0.59	85.61	720.18
4	200.04	542.19	13.48	0.46	96.99	953.40
5	250.18	539.03	16.64	0.30	118.87	1467.04
6	299.72	536.56	19.12	0.22	121.05	1958.01
7	349.77	534.37	21.31	0.20	116.85	2181.47
8	400.20	532.55	23.13	0.18	115.31	2439.72
9	444.10	530.84	24.84	0.17	114.82	2634.71
10	500.07	528.35	27.33	0.13	128.86	3258.15
11	550.36	526.24	29.44	0.12	133.45	3553.22
12	600.48	525.09	30.59	0.11	137.91	3876.00
13	644.87	523.79	31.89	0.10	151.63	4456.28
14	702.71	522.62	33.06	0.07	241.08	6307.71
15	751.55	521.18	34.90	0.04	314.63	8902.81
16	813.88	519.47	36.21	0.04	320.36	9799.00
17	857.96	518.03	37.65	0.04	293.64	9470.58
18	901.67	517.73	37.95	0.04	326.19	10547.86
19	952.55	516.64	39.04	0.03	343.96	11475.04
20	999.71	516.72	39.00	0.03	316.57	10945.35
21	1052.98	516.61	39.07	0.04	287.85	10265.90
22	1100.33	516.90	38.78	0.06	201.84	7169.93
23	1149.79	516.64	39.04	0.09	141.89	4922.67
24	1200.43	517.73	37.95	0.10	129.67	4581.62
25	1250.28	518.50	37.18	0.09	134.08	4748.18
26	1300.13	519.28	36.40	0.09	152.44	5184.94
27	1350.37	520.80	35.35	0.08	161.46	5380.89
28	1401.10	521.62	34.90	0.08	162.18	5245.81
29	1452.82	523.60	33.06	0.09	158.58	4882.87
30	1504.02	525.55	31.25	0.09	159.86	4504.53
31	1557.59	527.31	28.52	0.11	161.66	4015.39
32	1602.49	530.82	25.46	0.12	154.19	3497.90



### 3.3. Determinación de peligro y vulnerabilidad

#### 3.3.1. Determinación de peligro

*Factores Condicionantes*

**Tabla 17.**

*Matriz de factores condicionantes*

<b>Factores condicionantes</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Unidades Geológicas</b>
<b>Pendiente</b>	<b>1</b>	3	5
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	0.333	<b>1</b>	3
<b>Unidades Geológicas</b>	0.200	0.333	<b>1</b>
<b>SUMA</b>	<b>1.533</b>	<b>4.333</b>	<b>9.000</b>
<b>1/SUMA</b>	<b>0.652</b>	<b>0.231</b>	<b>0.111</b>

**Tabla 18.**

*Matriz normalizada de factores condicionantes*

<b>Factores condicionantes</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Unidades Geológicas</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Pendiente</b>	0.652	0.692	0.556	<b>0.633</b>
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	0.217	0.231	0.333	<b>0.260</b>
<b>Unidades Geológicas</b>	0.130	0.077	0.111	<b>0.106</b>

<b>IC</b>	0.028
<b>RC</b>	0.048

- Pendiente

**Tabla 19.**

*Matriz de FC – Pendiente*

<b>Pendiente</b>	<b>Menor a 4°</b>	<b>De 4° a 16°</b>	<b>De 16° a 20°</b>	<b>De 20° a 35°</b>	<b>Mayor a 35°</b>
<b>Menor a 4°</b>	<b>1</b>	2	4	6	8
<b>De 4° a 16°</b>	0.500	<b>1</b>	3	5	6
<b>De 16° a 20°</b>	0.250	0.333	<b>1</b>	3	4
<b>De 20° a 35°</b>	0.167	0.200	0.333	<b>1</b>	2
<b>Mayor a 35°</b>	0.125	0.167	0.250	0.500	<b>1</b>
<b>SUMA</b>	2.042	3.700	8.583	15.500	21.000
<b>1/SUMA</b>	0.490	0.270	0.117	0.065	0.048

**Tabla 20.**

*Matriz Normalizada de FC - Pendiente*

<b>Pendiente</b>	<b>Menor a 4°</b>	<b>De 4° a 16°</b>	<b>De 16° a 20°</b>	<b>De 20° a 35°</b>	<b>Mayor a 35°</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Menor a 4°</b>	0.490	0.541	0.466	0.387	0.381	<b>0.453</b>
<b>De 4° a 16°</b>	0.245	0.270	0.350	0.323	0.286	<b>0.295</b>
<b>De 16° a 20°</b>	0.122	0.090	0.117	0.194	0.190	<b>0.143</b>
<b>De 20° a 35°</b>	0.082	0.054	0.039	0.065	0.095	<b>0.067</b>
<b>Mayor a 35°</b>	0.061	0.045	0.029	0.032	0.048	<b>0.043</b>

<b>IC</b>	0.045
<b>RC</b>	0.040

- Unidades Geomorfológicas

**Tabla 21.**

*Matriz de FC – Unidades Geomorfológicas*

Unidades geomorfológicas	Llanura o planicie inundable	Terraza aluvial	Montaña y colinas en roca sedimentaria	Colina estructural en roca sedimentaria	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
Llanura o planicie	1	2	3	5	6
Terraza aluvial	0.500	1	2	4	5
Montaña y colinas en roca	0.333	0.500	1	2	3
Colina estructural en	0.200	0.250	0.500	1	2
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	0.167	0.200	0.333	0.500	1
<b>SUMA</b>	2.200	3.950	6.833	12.500	17.000
<b>1/SUMA</b>	0.455	0.253	0.146	0.080	0.059

**Tabla 22.**

*Matriz Normalizada de FC – Unidades Geomorfológicas*

Unidades geomorfológicas	Llanura o planicie inundable	Terraza aluvial	Montaña y colinas en roca sedimentaria	Colina estructural en roca sedimentaria	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	Vector Priorización
Llanura o planicie	0.455	0.506	0.439	0.400	0.353	<b>0.431</b>
Terraza aluvial	0.227	0.253	0.293	0.320	0.294	<b>0.277</b>
Montaña y colinas en roca	0.152	0.127	0.146	0.160	0.176	<b>0.152</b>
Colina estructural en	0.091	0.063	0.073	0.080	0.118	<b>0.085</b>
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	0.076	0.051	0.049	0.040	0.059	<b>0.055</b>
<b>IC</b>	0.019					
<b>RC</b>	0.017					

- Unidades Geológicas

**Tabla 23.**

*Unidades Geológicas*

<b>Unidades geológicas</b>	<b>Depósito aluvial</b>	<b>Formación Cajamarca</b>	<b>Formación Celendin</b>	<b>Formación Chota</b>	<b>Laguna</b>
<b>Depósito</b>	<b>1</b>	3	4	6	7
<b>Formación Cajamarca</b>	0.333	<b>1</b>	2	5	6
<b>Formación Celendin</b>	0.250	0.500	<b>1</b>	2	4
<b>Formación Laguna</b>	0.167	0.200	0.500	<b>1</b>	3
<b>SUMA</b>	1.893	4.867	7.750	14.333	21.000
<b>1/SUMA</b>	0.528	0.205	0.129	0.070	0.048

**Tabla 24.**

*Matriz Normalizada de FC - Unidades Geológicas*

<b>Unidades geológicas</b>	<b>Depósito aluvial</b>	<b>Formación Cajamarca</b>	<b>Formación Celendin</b>	<b>Formación Chota</b>	<b>Laguna</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Depósito</b>	0.528	0.616	0.516	0.419	0.333	<b>0.483</b>
<b>Formación Cajamarca</b>	0.176	0.205	0.258	0.349	0.286	<b>0.255</b>
<b>Formación Celendin</b>	0.132	0.103	0.129	0.140	0.190	<b>0.139</b>
<b>Formación Laguna</b>	0.088	0.041	0.065	0.070	0.143	<b>0.081</b>
<b>Laguna</b>	0.075	0.034	0.032	0.023	0.048	<b>0.043</b>

<b>IC</b>	0.072
<b>RC</b>	0.064

*Factor Desencadenante*

- Intensidad

**Tabla 25.**

*Matriz de FD - Intensidad*

<b>Intensidad media en una hora (mm/h)</b>	<b>Torrencial es &gt; 60</b>	<b>Muy Fuertes &gt; 30 y ≤ 60</b>	<b>Fuertes &gt; 15 y ≤ 30</b>	<b>Moderadas &lt; 2 y ≤ 15</b>	<b>Débiles ≤ 2</b>
<b>Torrenciales &gt; 60</b>	<b>1</b>	3	5	7	9
<b>Muy Fuertes &gt; 30 y ≤ 60</b>	0.333	<b>1</b>	2	5	7
<b>Fuertes &gt; 15 y ≤ 30</b>	0.200	0.500	<b>1</b>	2	5
<b>Moderadas &lt; 2 y ≤ 15</b>	0.143	0.200	0.500	<b>1</b>	3
<b>Débiles ≤ 2</b>	0.111	0.143	0.200	0.333	<b>1</b>
<b>SUMA</b>	1.787	4.843	8.700	15.333	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.560	0.206	0.115	0.065	0.040

**Tabla 26.**

*Matriz Normalizada de FD - Intensidad*

<b>Intensidad media en una hora (mm/h)</b>	<b>Torrencial es &gt; 60</b>	<b>Muy Fuertes &gt; 30 y ≤ 60</b>	<b>Fuertes &gt; 15 y ≤ 30</b>	<b>Moderadas &lt; 2 y ≤ 15</b>	<b>Débiles ≤ 2</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Torrenciales &gt; 60</b>	0.560	0.619	0.575	0.457	0.360	<b>0.514</b>
<b>Muy Fuertes &gt; 30 y ≤ 60</b>	0.187	0.206	0.230	0.326	0.280	<b>0.246</b>
<b>Fuertes &gt; 15 y ≤ 30</b>	0.112	0.103	0.115	0.130	0.200	<b>0.132</b>
<b>Moderadas &lt; 2 y ≤ 15</b>	0.080	0.041	0.057	0.065	0.120	<b>0.073</b>
<b>Débiles ≤ 2</b>	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	<b>0.035</b>

<b>IC</b>	0.064
<b>RC</b>	0.057

*Parámetro de evaluación*

**Tabla 27.**

*Altura de inundación*

<b>Altura de Inundación</b>	<b>Mayor a 35m</b>	<b>De 25m a 35m</b>	<b>De 15m a 25m</b>	<b>De 5m a 15m</b>	<b>Menor a 5m</b>
<b>Mayor a 35m</b>	<b>1</b>	2	3	6	7
<b>De 25m a 35m</b>	0.500	<b>1</b>	3	5	6
<b>De 15m a 25m</b>	0.333	0.333	<b>1</b>	3	4
<b>De 5m a 15m</b>	0.167	0.200	0.333	<b>1</b>	2
<b>Menor a 5m</b>	0.143	0.167	0.250	0.500	<b>1</b>
<b>SUMA</b>	2.143	3.700	7.583	15.500	20.000
<b>1/SUMA</b>	0.467	0.270	0.132	0.065	0.050

**Tabla 28.**

*Matriz Normalizada - Altura de inundación*

<b>Altura de Inundación</b>	<b>Mayor a 35m</b>	<b>De 25m a 35m</b>	<b>De 15m a 25m</b>	<b>De 5m a 15m</b>	<b>Menor a 5m</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Mayor a 35m</b>	0.467	0.541	0.396	0.387	0.350	<b>0.428</b>
<b>De 25m a 35m</b>	0.233	0.270	0.396	0.323	0.300	<b>0.304</b>
<b>De 15m a 25m</b>	0.156	0.090	0.132	0.194	0.200	<b>0.154</b>
<b>De 5m a 15m</b>	0.078	0.054	0.044	0.065	0.100	<b>0.068</b>
<b>Menor a 5m</b>	0.067	0.045	0.033	0.032	0.050	<b>0.045</b>
<b>IC</b>	0.044					
<b>RC</b>	0.039					

Valor de peligro

*Parámetros de peligro*

**Tabla 29.**

*Valor de susceptibilidad*

<b>Factor condicionante</b>		<b>Factor desencadenante</b>		<b>Susceptibilidad</b>
<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	
0.450	0.700	0.514	0.300	0.469
0.286	0.700	0.514	0.300	0.354
0.145	0.700	0.514	0.300	0.256
0.073	0.700	0.514	0.300	0.205
0.046	0.700	0.514	0.300	0.186

**Tabla 30.**

*Valores de peligro*

<b>Susceptibilidad</b>		<b>Parámetro de Evaluación</b>		<b>Peligro</b>
<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	
0.469	0.300	0.428	0.700	0.440
0.354	0.300	0.304	0.700	0.319
0.256	0.300	0.154	0.700	0.185
0.205	0.300	0.068	0.700	0.109
0.186	0.300	0.045	0.700	0.088

*Niveles de Peligro*

**Tabla 31.**

*Niveles de peligro*

<b>NIVELES DE PELIGRO</b>			
<b>MUY ALTO</b>	> 0.319	P	≤ 0.44
<b>ALTO</b>	> 0.185	P	≤ 0.319
<b>MEDIO</b>	> 0.109	P	≤ 0.185
<b>BAJO</b>	≤ 0.088	P	≤ 0.109

### 3.3.2. Análisis de vulnerabilidad

#### *Dimensión económica*

- *Fragilidad económica*
  - Material de Estructura Predominante

**Tabla 32.**

#### *Material estructura predominante*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Material estructura predominante	PONDERACIÓN	
<b>Descriptor</b>	<b>Estera/cartón</b>	0.512	
	<b>Madera</b>	0.250	
	<b>Adobe (Quincha)</b>	0.133	
	<b>Ladrillo</b>	0.070	
	<b>Concreto</b>	0.036	

- Estado de Conservación

**Tabla 33.**

#### *Estado de conservación*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Material estructura predominante	PONDERACIÓN	
<b>Descriptor</b>	<b>Muy malo:</b> Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso	0.514	
	<b>Malo:</b> Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	0.246	
	<b>Regular:</b> Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.	0.132	
	<b>Bueno:</b> Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	0.073	
	<b>Muy bueno:</b> Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	0.035	



- Antigüedad de la Edificación

**Tabla 34.**

*Antigüedad de la edificación*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Antigüedad de la Edificación	PONDERACIÓN	
<b>Descriptor</b>	Más de 30 años	0.538	
	De 20 a 29 años	0.234	
	De 10 a 19 años	0.120	
	De 1 a 9 años	0.071	
	Menos de 1 año	0.038	

- Configuración de la Elevación de la Edificación

**Tabla 35.**

*Configuración de la elevación de la edificación*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Configuración de la elevación de la edificación	PONDERACIÓN	
<b>Descriptor</b>	5	0.499	
	4	0.237	
	3	0.140	
	2	0.082	
	1	0.041	

- *Resiliencia económica*
  - Saneamiento de la propiedad

**Tabla 36.**

*Saneamiento de la propiedad*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Saneamiento de la propiedad	PONDERACIÓN	
<b>Descriptor</b>	Ninguna propiedad cuenta con saneamiento físico-legal	0.421	
	La menor parte de las propiedades cuenta con saneamiento físico legal	0.273	
	La mitad de las propiedades cuenta con saneamiento físico legal	0.156	
	La mayor parte de las propiedades cuenta con saneamiento físico legal	0.092	
	Todas las propiedades cuenta con saneamiento físico legal	0.058	

- *Ponderación de dimensión económica*

**Tabla 37.**

*Ponderación de dimensión económica*

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>				
<b>RESILIENCIA ECONÓMICA</b>	<b>PESO</b>	<b>FRAGILIDAD ECONÓMICA</b>	<b>PESO</b>	<b>TOTAL</b>
0.421	0.40	0.514	0.60	0.477
0.273	0.40	0.247	0.60	0.257
0.156	0.40	0.132	0.60	0.141
0.092	0.40	0.071	0.60	0.079
0.058	0.40	0.036	0.60	0.045

*Dimensión social*

- *Fragilidad social*
  - Grupo etario

**Tabla 38.**

*Grupo etario*

<b>I.E.</b>	<b>I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>GRUPO ETARIO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
<b>Descriptor</b>	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.464
	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.254
	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.150
	De 16 a 30 años	0.085
	De 30 a 50 años	0.049

- Servicios Educativos Susceptible

**Tabla 39.**

*Servicios Educativos Susceptible*

<b>I.E.</b>	<b>I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>Servicios Educativos Susceptible</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
<b>Descriptor</b>	> 75% del servicio educativo	0.452
	≤ 75% y >50% del servicio educativo	0.270
	≤ 50% y >25% del servicio educativo	0.148
	≤ 25% y >10% del servicio educativo	0.082
	≤ 10% del servicio educativo	0.048

- Servicio de agua

**Tabla 40.**

*Servicio de agua*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Servicio de agua	PONDERACIÓN	
Descriptor	Red pública dentro de la vivienda	0.434	
	Red pública fuera de la vivienda	0.257	
	Pilon de uso público	0.157	
	Caminón cisterna u otro similar	0.096	
	Pozo, río, otro	0.056	

- Tipo de alumbrado de la I.E.

**Tabla 41.**

*Tipo de alumbrado de la I.E.*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Tipo de alumbrado	PONDERACIÓN	
Descriptor	Electricidad	0.457	
	Generador	0.257	
	Mechero/Lámpara (Kerosene o gasolina)	0.150	
	Vela	0.087	
	Leña	0.049	

- *Resiliencia social*
  - Capacitación En Temas De Gestión Del Riesgo

**Tabla 42.**

*Capacitación en temas de Gestión del Riesgo*

I.E.		I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera	
PARÁMETRO	Capacitación en tema de gestión del riesgo de desastres	PONDERACIÓN	
Descriptor	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas a gestión de riesgo	0.519	
	La población esta escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.236	
	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	0.134	

La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total	0.076
La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	0.036

- *Ponderación de dimensión social*

**Tabla 43.**

*Ponderación de dimensión social*

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>				
<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>	<b>PESO</b>	<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>	<b>PESO</b>	<b>TOTAL</b>
0.519	0.40	0.457	0.60	0.482
0.236	0.40	0.259	0.60	0.250
0.134	0.40	0.150	0.60	0.144
0.076	0.40	0.085	0.60	0.082
0.036	0.40	0.050	0.60	0.044

*Dimensión Ambiental*

- *Fragilidad ambiental*
  - Explotación De Recursos Naturales

**Tabla 44.**

*Explotación de recursos naturales*

<b>IE.</b>	<b>I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>Explotación de recursos naturales</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
<b>Descriptor</b>	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar en estudio.	0.482
	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	0.281

Prácticas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	0.136
Prácticas de conservación / uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelos y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	0.064
Prácticas de consumo / uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	0.038

- Localización de centros poblados

**Tabla 45.**

*Localización de centros poblados*

<b>I.E.</b>		<b>I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>Localización de centros poblados</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	
<b>Descriptor</b>	Muy cercano <1 km	0.503	
	Cercana 1 km a 5 km	0.260	
	Medianamente cerca 5 a 10 km	0.134	
	Alejada 10 a 12 km	0.068	
	Muy alejada >12 km	0.035	

- *Resiliencia ambiental*
  - Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental

**Tabla 46.**

*Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental*

<b>I.E.</b>		<b>I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera</b>	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	
<b>Descriptor</b>	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental	0.513	
	Solo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas	0.238	
	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola parcialmente.	0.135	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	0.077	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	0.037	

- *Ponderación de dimensión ambiental*

**Tabla 47.**

*Ponderación de dimensión ambiental*

<b>DIMENSIÓN AMBIENTAL</b>				
<b>RESILIENCIA AMBIENTAL</b>	<b>PESO</b>	<b>FRAGILIDAD AMBIENTAL</b>	<b>PESO</b>	<b>TOTAL</b>
0.513	0.40	0.492	0.60	0.501
0.238	0.40	0.270	0.60	0.257
0.135	0.40	0.135	0.60	0.135
0.077	0.40	0.066	0.60	0.070
0.037	0.40	0.036	0.60	0.037

*Valor de Vulnerabilidad*

**Tabla 48.**

*Ponderación de dimensiones*

Dimensiones			VULNERABILIDAD
Económica	Social	Ambiental	
<b>0.648</b>	<b>0.230</b>	<b>0.122</b>	
0.477	0.482	0.501	0.481
0.257	0.250	0.257	0.255
0.141	0.144	0.135	0.141
0.079	0.082	0.070	0.079
0.045	0.044	0.037	0.044

*Niveles de Vulnerabilidad*

**Tabla 49.**

*Niveles de Vulnerabilidad*

NIVELES DE VULNERABILIDAD			
<b>MUY ALTO</b>	< 0.255	V	≤ 0.481
<b>ALTO</b>	< 0.141	V	≤ 0.255
<b>MEDIO</b>	< 0.079	V	≤ 0.141
<b>BAJO</b>	≤ 0.044	V	≤ 0.079

**3.3.3. Cálculo del nivel de riesgo**

*Matriz de riesgo*

**Tabla 50.**

*Matriz de riesgos*

MATRIZ DE RIESGOS						
Peligro	<b>MUY ALTO</b>	<b>0.440</b>	0.035	0.062	0.112	0.212
	<b>ALTO</b>	<b>0.319</b>	0.025	0.045	0.082	0.154
	<b>MEDIO</b>	<b>0.185</b>	0.015	0.026	0.047	0.089
	<b>BAJO</b>	<b>0.109</b>	0.009	0.015	0.028	0.053
			<b>0.079</b>	<b>0.141</b>	<b>0.255</b>	<b>0.481</b>
			<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUY ALTO</b>
			Vulnerabilidad			

**Tabla 51.**

*Cálculo de niveles de riesgos*

NIVELES DE RIESGO		
Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo F(P,V)
0.440	0.481	0.212
0.319	0.255	0.082
0.185	0.141	0.026
0.109	0.079	0.009
0.088	0.044	0.004

**Tabla 52.**

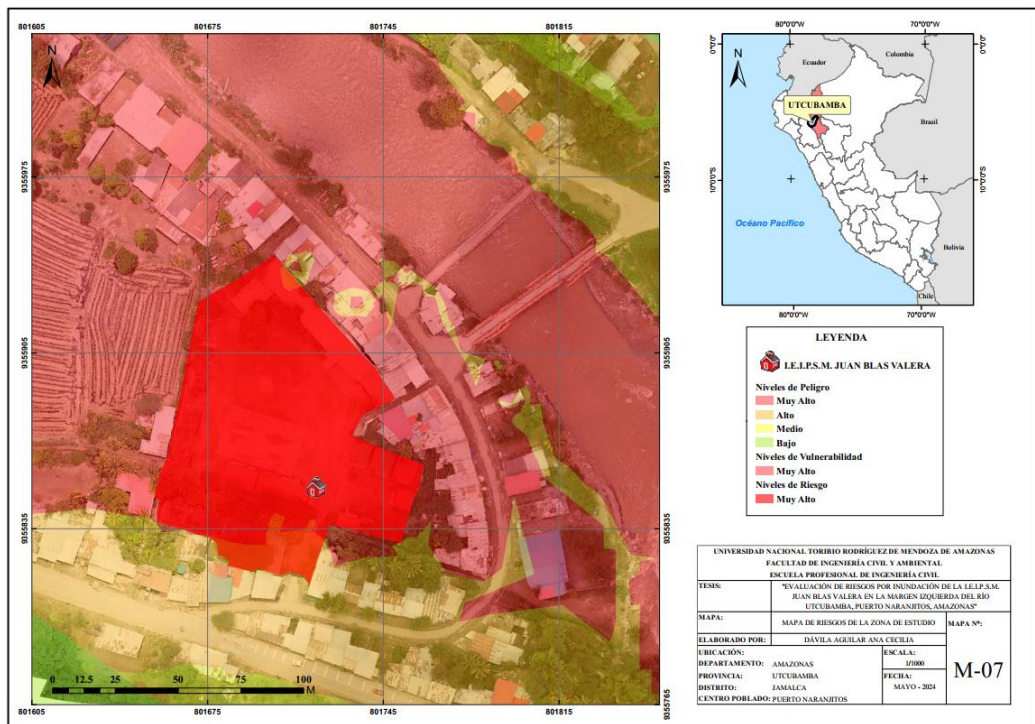
*Matriz de riesgos*

NIVELES DE RIESGO			
<b>MUY ALTO</b>	< 0.082	R	≤ 0.212
<b>ALTO</b>	< 0.026	R	≤ 0.082
<b>MEDIO</b>	< 0.009	R	≤ 0.026
<b>BAJO</b>	≤ 0.004	R	≤ 0.009

*Nivel de Riesgo de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera*

**Figura 11.**

*Mapa de riesgos de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera*





#### **IV. DISCUSIÓN**

En la investigación de Hernández-Uribe et al. (2017) se determinó el riesgo por inundación mediante el modelo determinista, permitiendo la división del río estudiado en cuatro tramos según la forma de la sección y rasgos socioeconómicos de las zonas aledañas, también se usó el software HEC-RAS, en la simulación de avenida del río. Para sus resultados, se calculó los caudales máximos en dos periodos de retorno de 50 y 100 años, encontrando variación en la profundidad de inundación en el área estudiada, y evaluaron la vulnerabilidad basa en 4 factores: social, económico, ambiental y físico, lo cual en la presente investigación solo se analizó los tres primeros factores denominados dimensiones económico, ambiental y social, dentro de la metodología acopla dentro del tema económico las características físicas para las condiciones estructurales de la institución educativa, teniendo en consideración el material que ha sido construido y su configuración.

Para el cálculo de riesgo se realizó en relación al nivel del peligro y vulnerabilidad, intersecando en la matriz de riesgo el nivel de la zona de estudio, que contrasta con Luu et al. (2020) obtuvo el riesgo de la ciudad de Quang Binh cuyos indicadores se basó en el peligro, vulnerabilidad y la exposición que consideró, quizá la exposición sea una limitante debido a que se analiza los descriptores del método empleado en esta investigación dentro de la vulnerabilidad. Además, utilizó el modelo de análisis de toma de decisiones multicriterio siendo el Proceso Analítico Jerárquico para también ponderar los criterios y subcriterios del modelo de evaluación de riesgo de inundación.

En el estudio de evaluación de riesgos por inundación de Liu et al. (2021), usó el modelo hidrológico HEC-HMS y modelo de inundación FLO-2D para simular un mapa de inundaciones, el primero fue utilizado para delimitar de la cuenca del río Dianbao en base a sus características geomorfológicas y climatológicas, y el segundo simuló la extensión y profundidad de las áreas afectadas por el desborde, siendo más preciso ya que emplea parámetro de velocidad del flujo, útil en la estimación de un rango razonable ante un desastre por el fluido. En comparación, con la presente investigación se realizó el estudio hidrológico de la cuenca a parte para obtener el caudal de máxima avenida y ser simulado por HEC-RAS, el cual se denota en un sistema unidimensional contrastando con el FLO-2D que manejó Liu et al. (2021).

## **V. CONCLUSIONES**

Al evaluar hidrológicamente la zona de estudio se logró encontrar los parámetros geomorfológicos, climatológicos y topográficos de la cuenca. A partir de ello, se calculó el caudal de máxima avenida resultando 409 m<sup>3</sup>/s en un periodo de retorno de 75 años.

Se ha simulado la inundación en la zona estudiada, considerando el caudal de máxima avenida, de dónde se ha obtenido áreas afectadas, entre ellas, la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera, mediante el software de HEC-RAS con apoyo de la herramienta de Hec-GeoRas que se utilizó en el programa de Argis versión 10.5, para su mejor delimitación; alcanzado una altura máxima de 39.09m de inundación.

Teniendo en cuenta los factores desencadenantes, condicionantes y el parámetro de evaluación, altura de inundación, se determinó los niveles de peligro, la vulnerabilidad en las diferentes dimensiones social, económico y ambiental del área estudiada mediante el proceso analítico jerárquico de comparación de pares empleada por el CENEPRED. Se obtuvo el peligro en nivel muy alto y la vulnerabilidad, en alto.

Finalmente, de acuerdo a lo representado en mapas los niveles de peligro y los descriptores involucrados en la vulnerabilidad se encontró el nivel de riesgo muy alto a inundación de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para la prevención del riesgo de inundación de la I.E. y la localidad se recomienda la reconstrucción de las defensas ribereñas tanto aguas arriba como aguas abajo de las márgenes del río Utcubamba, con una longitud de 536.50m teniendo como eje central el Puente Naranjitos y de altura 3.00m de acuerdo a los resultados de la simulación.
- El colegio actualmente se encuentra en una zona altamente inundable, por ende, se debería considerar la posibilidad de una reubicación; ya que la institución educativa cuenta con otra propiedad que fue donada por parte de la Municipalidad Distrital de Jamalca con una extensión de 27,777 m<sup>2</sup>, que se encuentra disponible y está ubicada al noroeste del centro poblado de Puerto Naranjitos, así mismo dicho predio cuenta con accesos y factibilidad de servicios.

- Reforzamiento de la estructura actual de las aulas del colegio, con materiales de albañilería, puesto que al ser de tapial o adobe obtuvo un gran impacto ante una inundación quedando inhabilitada las aulas de este tipo de material de construcción, al igual que los salones prefabricados.
- Se recomienda al gobierno local o quien haga sus veces elaborar e implementar un plan de prevención y evacuación por el riesgo de inundación de la Institución Educativa.
- Se recomienda el revestimiento del canal de regadío para disminuir la inundación por infiltración al subsuelo de la I.E.
- Se recomienda al personal administrativo y docente fomentar la cultura de prevención y mitigación del peligro por inundaciones, entre los estudiantes de la I.E.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

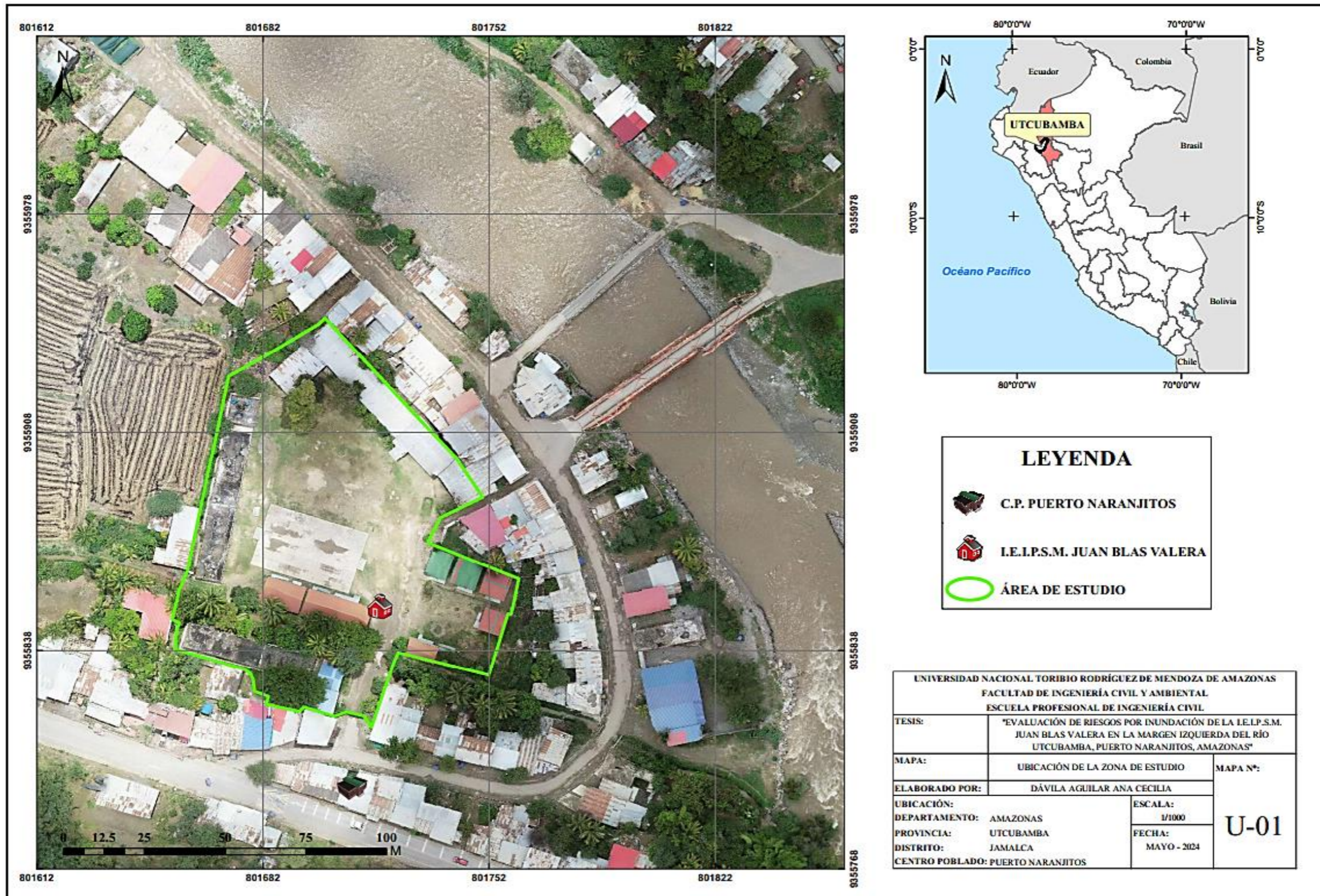
- Armenakis, C., Du, E., Natesan., S., Persad, R. & Zhang, Y. (2017). Flood Risk Assessment in Urban Areas Based on Spatial Analytics and Social Factors. *Geosciences*, 7, 123. doi:10.3390/geosciences7040123
- Arrighi, C., Rossi, L. Trasforini, E., Rudari, R., Ferraris, L., Brugioni, M., Franceschini, S. & Castelli, F. (2018). Quantification of flood risk mitigation benefits: A building-scale damage assessment through the RASOR platform. *Journal of Environmental Management*, 207, 92 – 104. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.11.017.
- Barboza, E., Cotorro, F., Salas, R., Gamarra, O., Ballarín, D. y Ollero, A. (2017). Hidrogeomorfología En Áreas Tropicales: Aplicación Del Índice Hidrogeomorfológico (Ihg) En El Río Utcubamba (Perú). *Ecología Aplicada*, 16(1). doi: 10.21704/rea.v16i1.902
- Benavides, V., Tarlé, T. y Galbiatti, J. (2009). Caracterización y clasificación de la red hidrográfica de la cuenca del río Bobo, departamento de Nariño — Colombia. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 29(3), 97 – 101. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n3/v29n3a16.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (1 de julio de 2020). Lineamientos para la evaluación del informe de evaluación del riesgo de desastres en proyectos de infraestructura educativa. <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867447-lineamientos-para-la-evaluacion-del-informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-en-proyectos-de-infraestructura-educativa>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (1 de diciembre de 2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales. <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867441-manual-para-la-evaluacion-de-riesgos-originados-por-inundaciones-fluviales>
- Erena, S., Worku, H. & De Paola, F. (2018). Flood hazard mapping using FLO-2D and local management strategies of Dire Dawa city, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 19, 224 – 239. doi: 10.1016/j.ejrh.2018.09.005.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill Education
- Hernández-Uribe, R., Barrios-Piña, H., y Ramírez, A. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(3), 5-25. doi: 10.24850/j-tyca-2017-03-01
- Li, C., Cheng, X., Li, N., Du, X., Yu, Q. & Kan, G. (2016). A Framework for Flood Risk Analysis and Benefit Assessment of Flood Control Measures in Urban Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 787. doi:10.3390/ijerph13080787
- Liu, W., Hsieh, T. & Liu, H. (2021). Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan. *Sustainability*, 13, 3180. doi:10.3390/su13063180
- Luu, C., Tran, H., Pham, B., Al-Ansari, N., Tran, T., Duong, N., Dao, N., Nguyen, L., Nguyen, H., Ta, H., Le, H. & Meding, J. (2020). Framework of Spatial Flood Risk Assessment for a Case Study in Quang Binh Province, Vietnam. *Sustainability*, 12, 3058. doi:10.3390/su12073058
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje*. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf)
- Panta, N. (2020). Determinación de caudales de las cuencas sobre las que se asienta la comunidad campesina Cujaca (Trabajo de investigación de bachiller en Ingeniería Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- Rincón, D., Velandia, J., Tsanis, I. & Khan, U. (2022). Stochastic Flood Risk Assessment under Climate Change Scenarios for Toronto, Canada Using CAPRA. *Water*, 14, 227. doi: 10.3390/w14020227
- Stucchi, L., Bignami, D., Bocchiola, D., Del Curto, D., Garzulino, A. & Rosso, R. (2021). Assessment of Climate-Driven Flood Risk and Adaptation Supporting the Conservation Management Plan of a Heritage Site. The National Art Schools of Cuba. *Climate*, 9, 23. doi: 10.3390/cli9020023

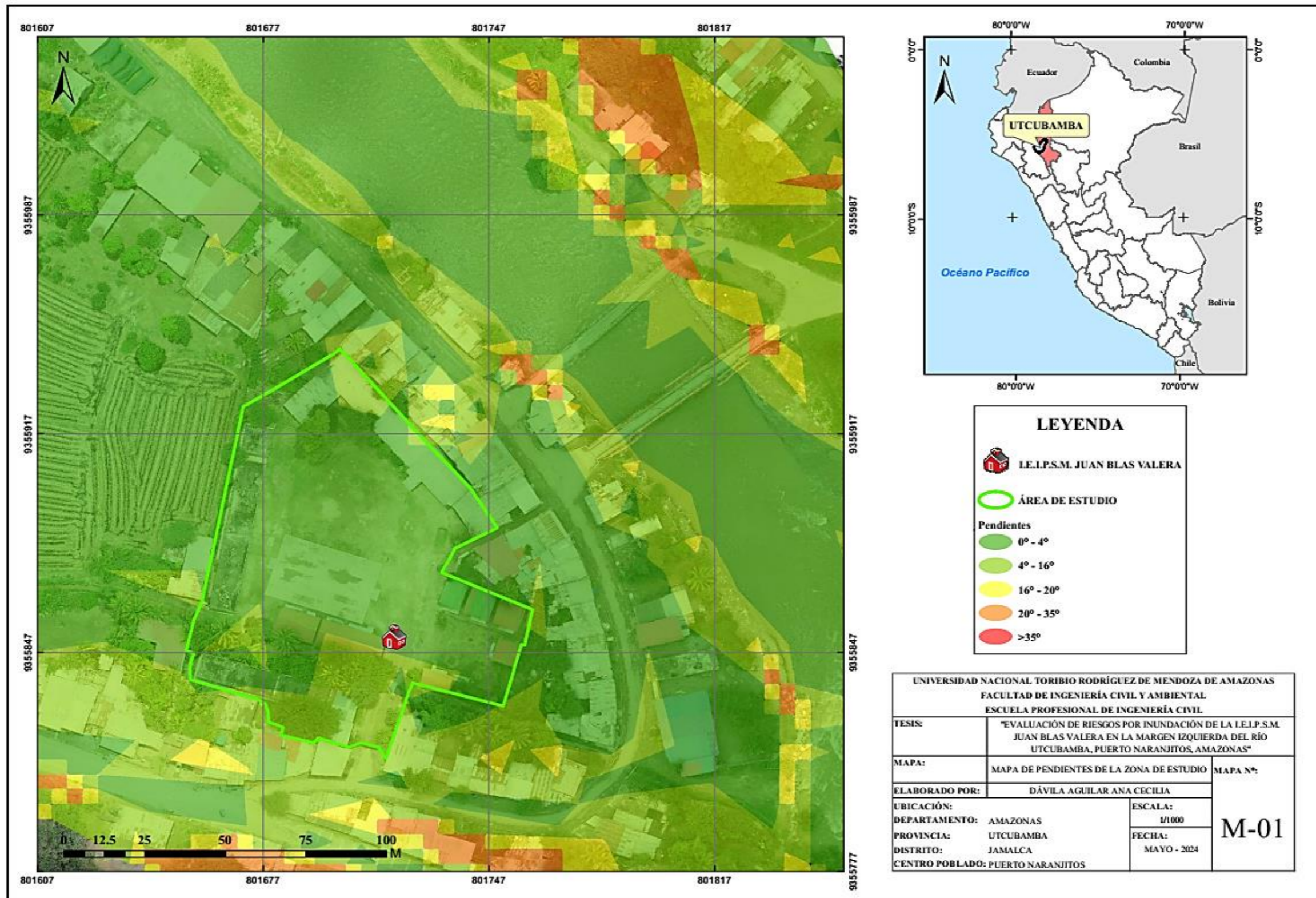
- Tingsanchali, T. & Promping, T. (2022). Comprehensive Assessment of Flood Hazard, Vulnerability and Flood Risk at the Household Level in a Municipality Area: A Case Study of Nan Province, Thailand. *Water*, *14*, 161. doi:10.3390/w14020161
- Trizio, F., Torrijo, F., Mileto, C. & Vegas, F. (2021). Flood Risk in a Heritage City: Alzira as a Case Study. *Water*, *13*, 1138. doi:10.3390/w13091138
- Villón, M. (2002). *Hidrología*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

**VIII. ANEXOS**

Anexo N° 01. Ubicación de la zona de estudio

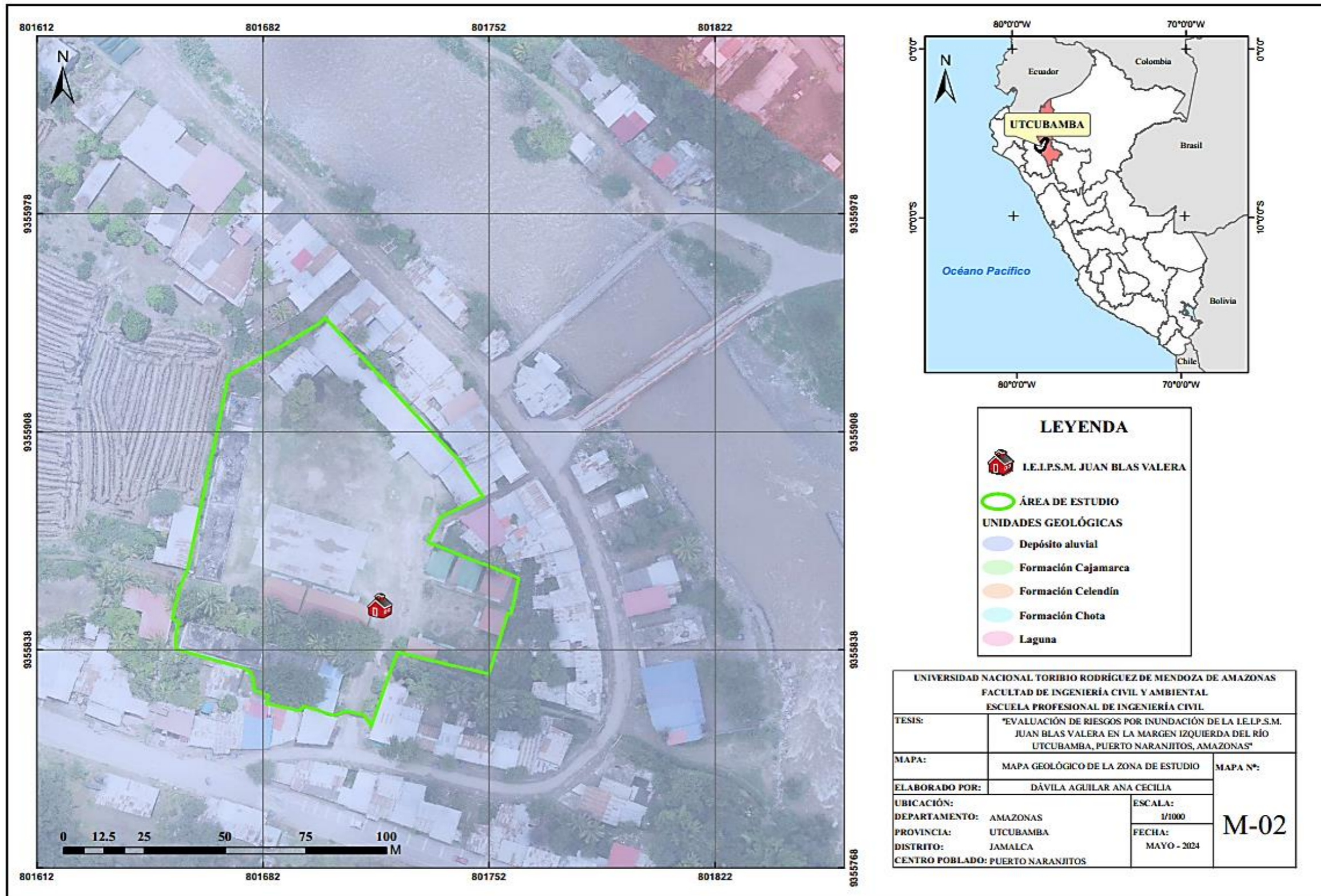


Anexo N° 02. Mapa de Pendientes de la zona de estudio

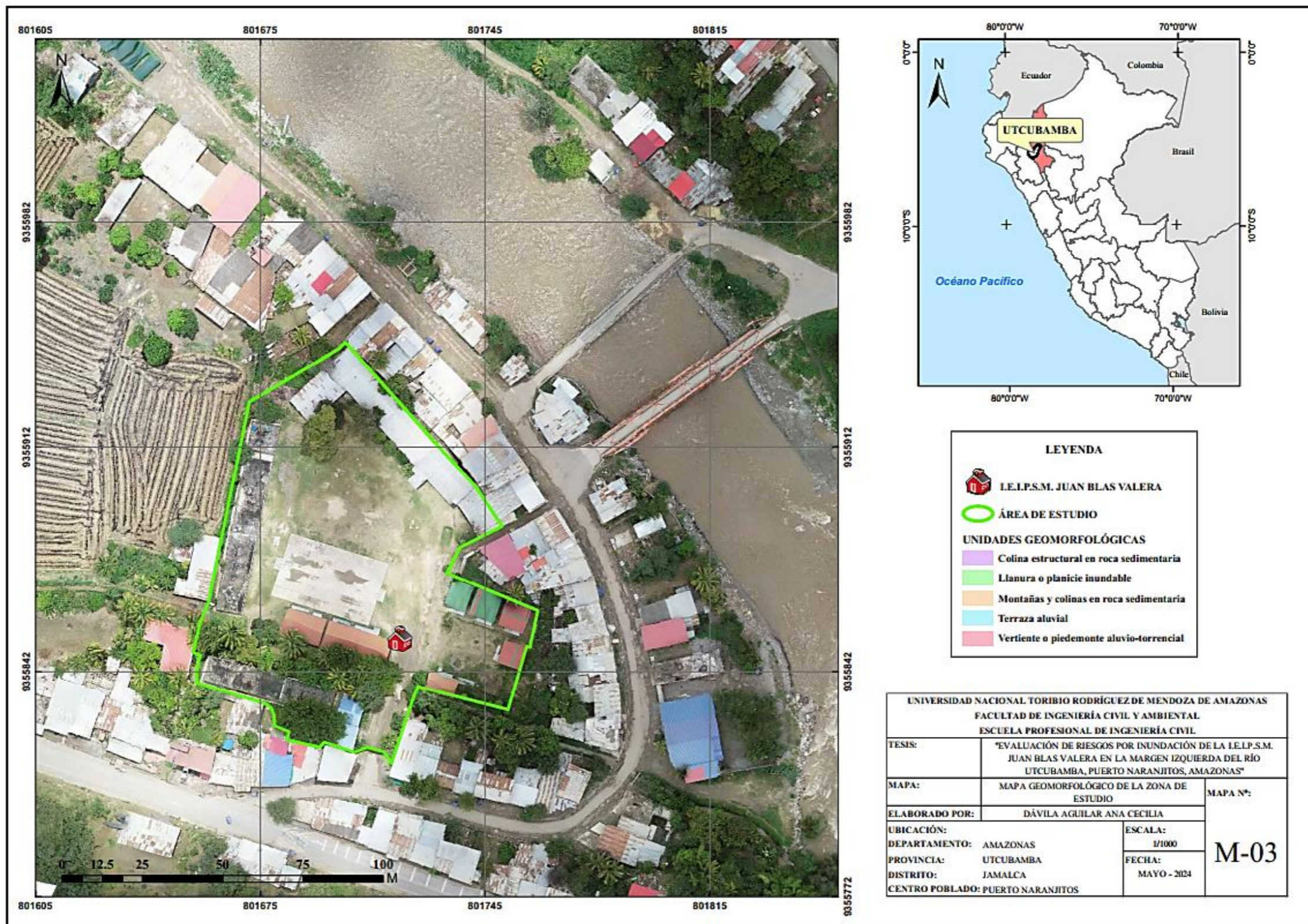




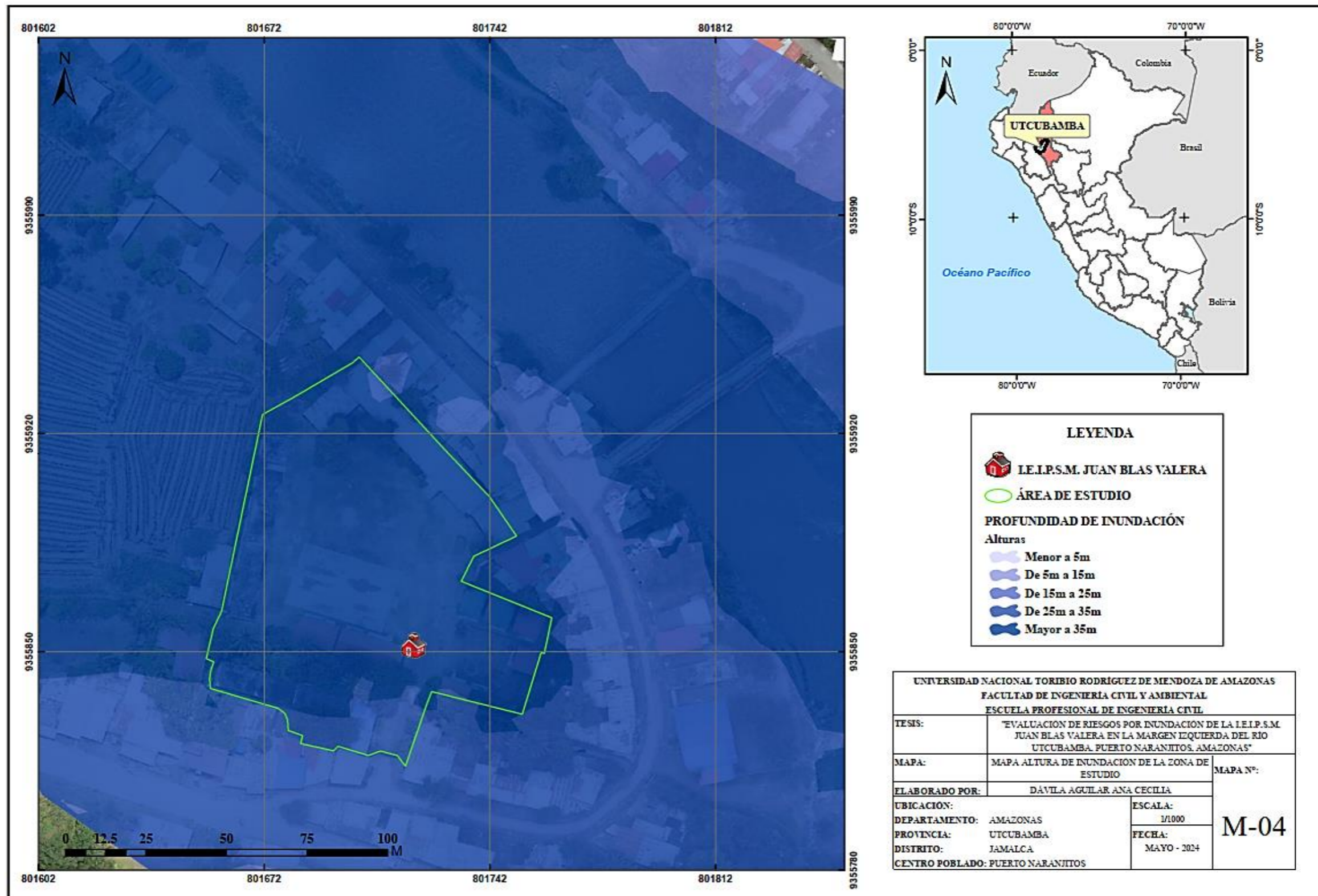
Anexo N° 03. Mapa Geológico de la zona de estudio



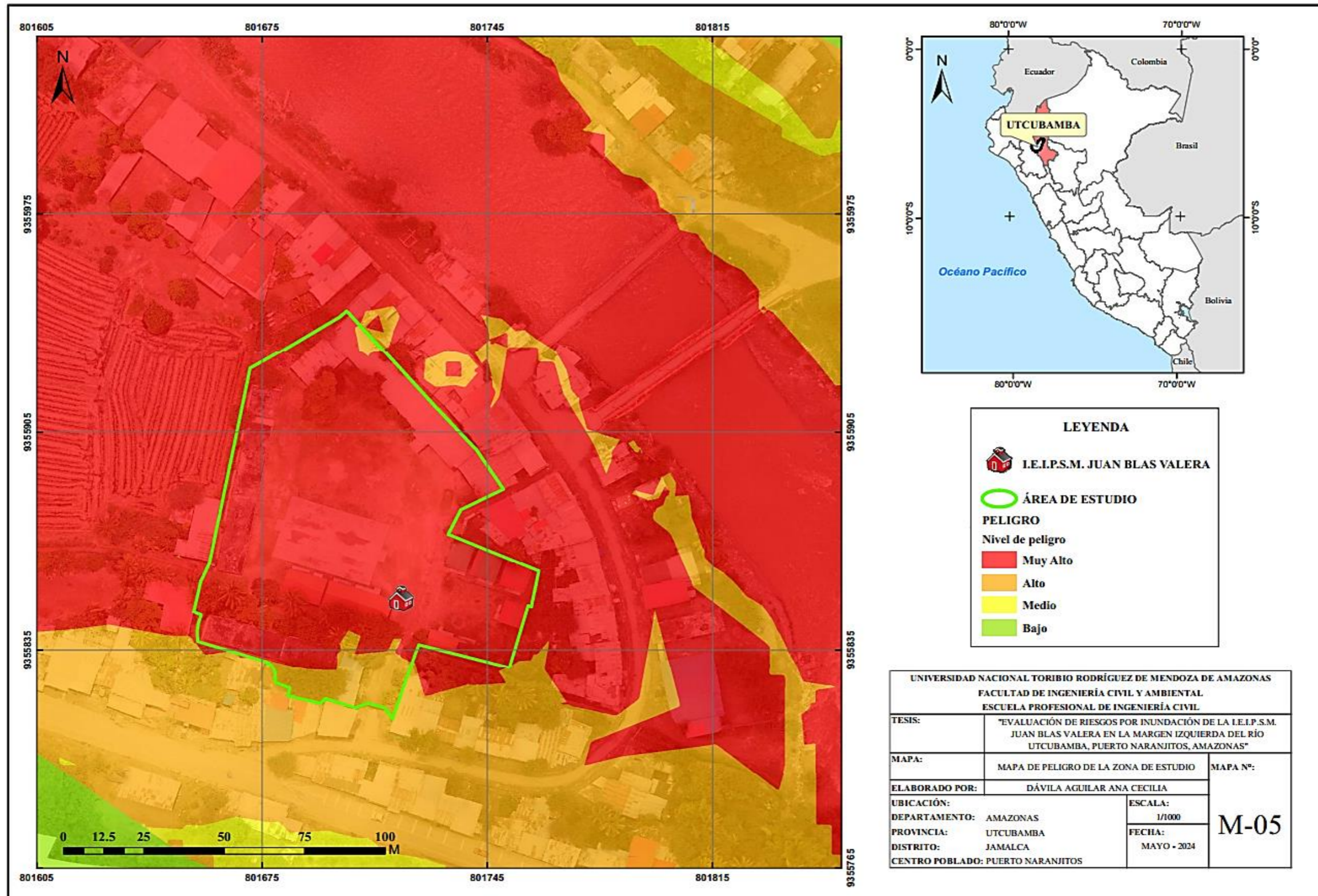
Anexo N° 04. Mapa Geomorfológico de la zona de estudio



Anexo N°05. Mapa de alturas de inundación



Anexo N° 06. Mapa de peligro de la zona estudio



**LEYENDA**

 I.E.I.P.S.M. JUAN BLAS VALERA

 **ÁREA DE ESTUDIO**

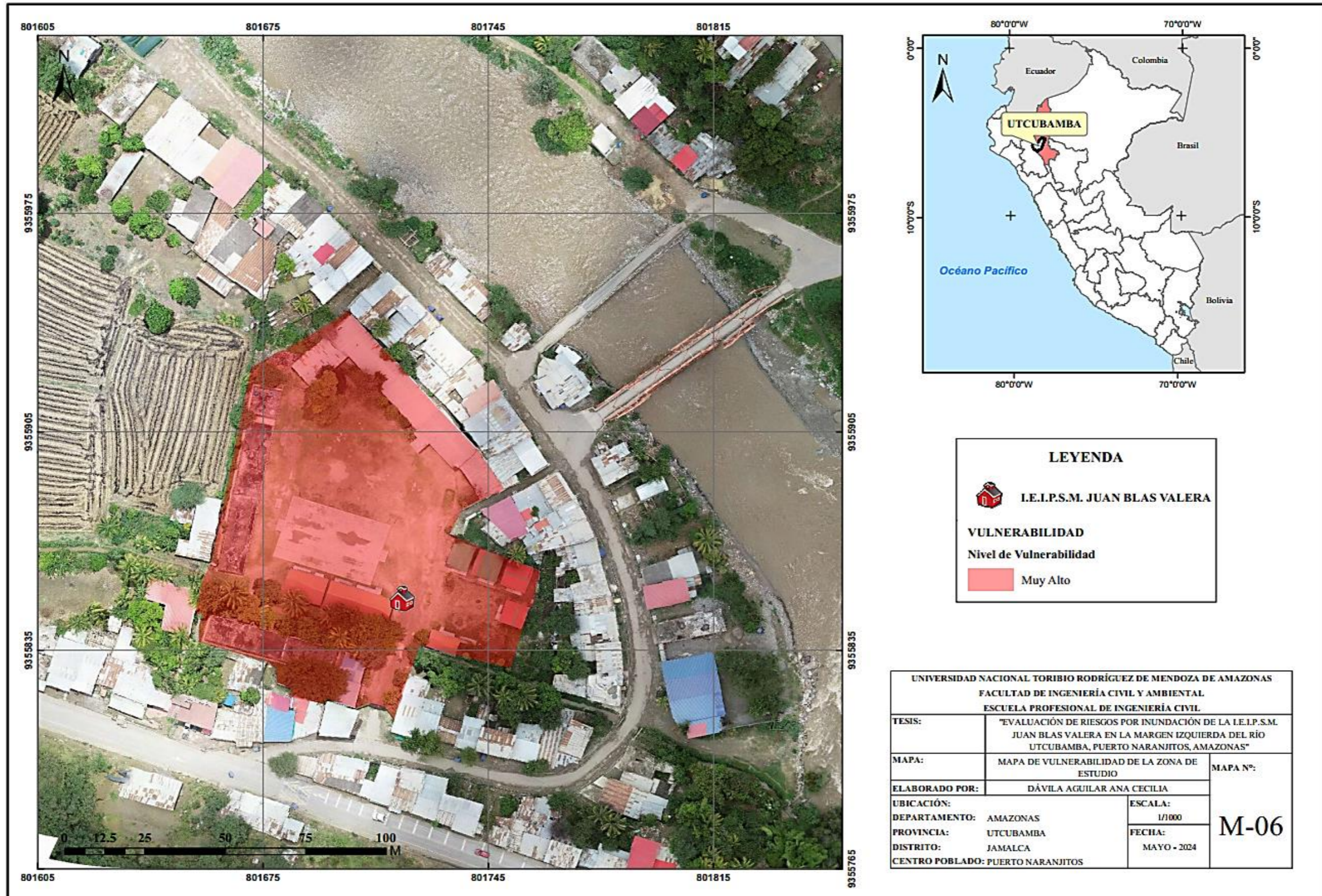
**PELIGRO**

Nivel de peligro

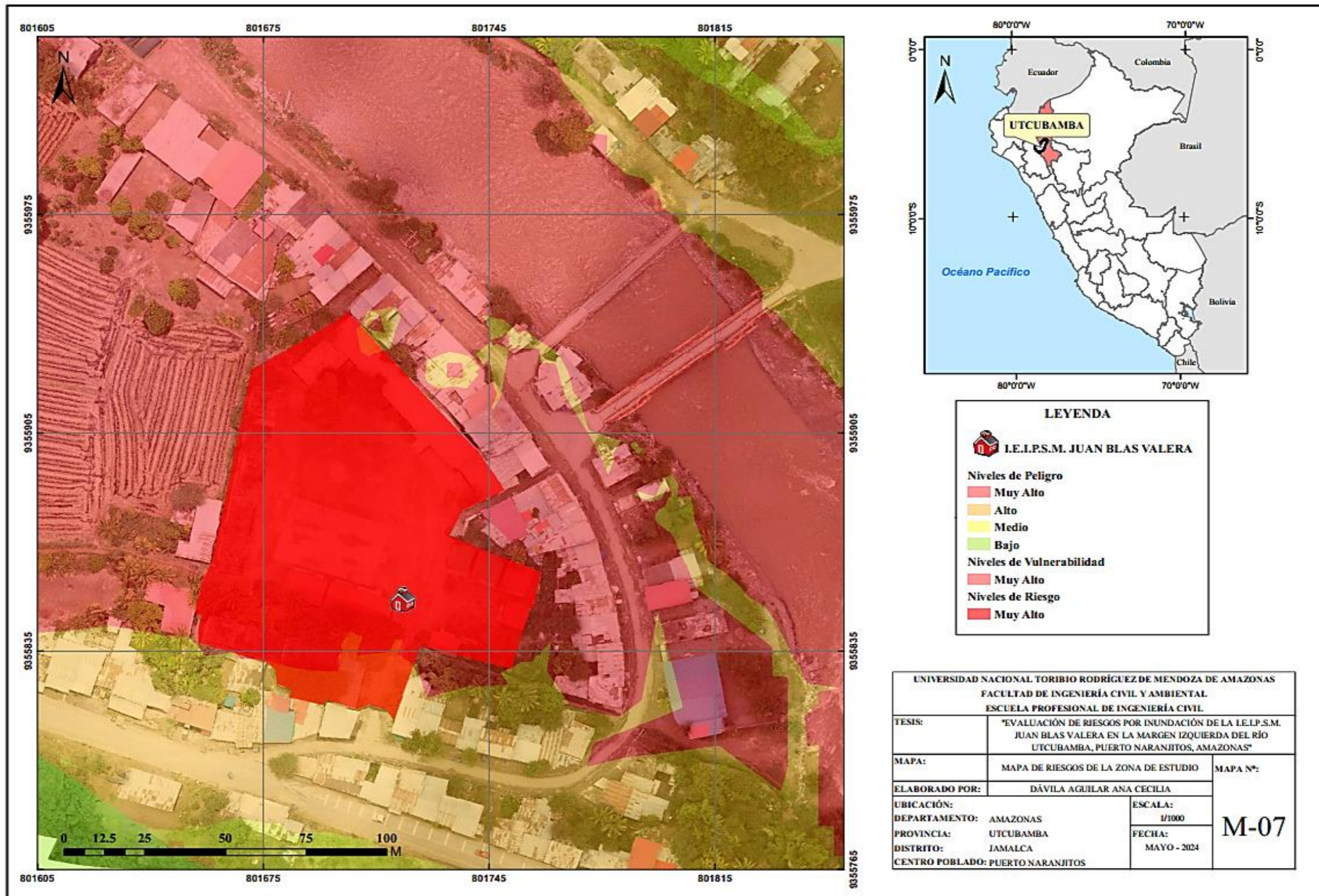
-  Muy Alto
-  Alto
-  Medio
-  Bajo

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS:	"EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DE LA I.E.I.P.S.M. JUAN BLAS VALERA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO UTCUBAMBA, PUERTO NARANJITOS, AMAZONAS"	
MAPA:	MAPA DE PELIGRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	MAPA N°:
ELABORADO POR:	DÁVILA AGUILAR ANA CECILIA	
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO: AMAZONAS	ESCALA: 1/1000
	PROVINCIA: UTCUBAMBA	FECHA: MAYO • 2024
	DISTRITO: JAMALCA	<b>M-05</b>
	CENTRO POBLADO: PUERTO NARANJITOS	

Anexo N° 07. Mapa de vulnerabilidad de la zona estudio



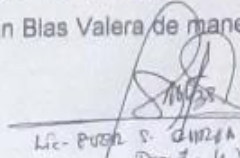
Anexo N° 08. Mapa de riesgo de la zona estudio



Anexo N° 09. Confiabilidad de datos

**VALIDACION DE CONFIABILIDAD DE DATOS**

Los datos a continuación se obtuvieron de la recolección insitu el día 03 de Octubre de 2022 visita a la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera de manera conjunta con el Lic. FRED SANCHEZ BUNGA SEPARDINO (director)(e)

  
 Lic. FRED S. BUNGA SEPARDINO  
 Director (e)

**FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

La presente pretende recabar información para la tesis titulada: "Evaluación De Riesgos Por Inundación De La I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera En La Margen Izquierda Del Río Utcubamba, Puerto Naranjitos, Amazonas"

**Parte 1: Obtención del Peligro a Inundación**

**Cuadro N°1: Centros poblados susceptibles al fenómeno de inundación (\*)**

Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado - CASERO	Población Total
AMAZONAS	UTCUBAMBA	JAMAICA	PUERTO NARANJITOS	337

(\*) Fuente: Manual para la inundación de riesgos originados por inundaciones pluviales (CENEPRED, 2014)

**Cuadro N°2: Población Total Susceptible al fenómeno de inundación (\*)**

Centro Poblado		Grupo etario por centro poblado susceptible								
N° de familias		<1	1 a 5	6 a 12	13 a 20	21 a 30	31 a 50	51 a 64	>64	Total
PTO. NARANJITOS										
I.E.										
Género										
Hombres			22	61	90		21			
Mujeres			12	80	64		15			
Total			34	141	154		36			

(\*)Fuente: Manual para la inundación de riesgos originados por inundaciones pluviales (CENEPRED, 2014)

**Cuadro N°3: Instituciones educativas susceptibles al fenómeno de inundación (\*)**

N°	Código Modular	I.E.	Nivel	Total de alumnos			Total personal	Total	
				Nido	Jardín	Inicial			Primaria
01	0927178	I.E. JUAN B.V	Inicial			29		2	31
01	0516195	"	Primaria				112	6	118
01	0658450	"	Secundaria				189	19	208

Anexo N° 10. Panel Fotográfico

**Imagen 1.**

Visita de campo de la zona de estudio



**Imagen 2.**

Nivel de altura de inundación pasada ocasionada por el embalse a consecuencia del terremoto del 28 de noviembre de 2021





**Imagen 3.**

Cercanía entre el Río Utcubamba y la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera



**Imagen 4.**

Condición en deterioro del pabellón de la I.E.I.P.S.M. Juan Blas Valera



**Imagen 5.**

Realización de toma de datos topográficos por fotogrametría.



**Imagen 6.**

Obtención de primer punto para triangulación.



**Imagen 7.**

Obtención de segundo punto para triangulación.



**Imagen 8.**

Obtención de tercer punto triangulación.



**Imagen 9 y 10.**

Condiciones de la margen izquierda del río Utcubamba en la localidad de Puerto Naranjitos.

