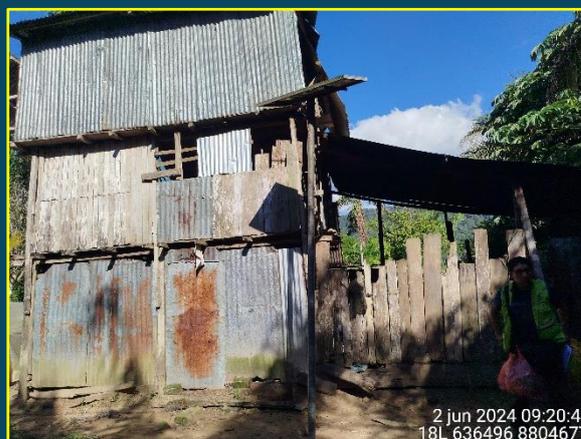
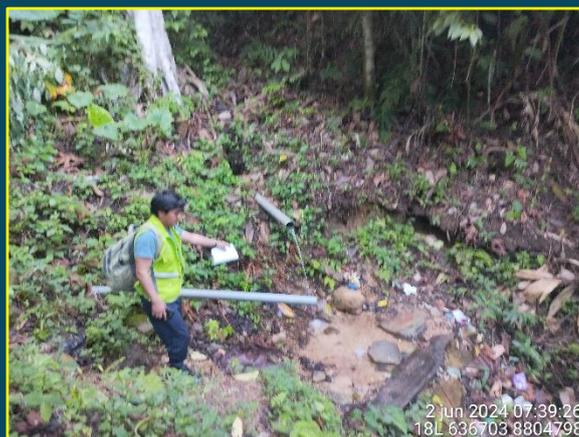




Municipalidad Distrital  
de Río Tambo

# INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA COMUNIDAD NATIVA DE BUENOS AIRES EN LA CUENCA DEL TAMBO, DEL DISTRITO DE RIO TAMBO, PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN



Marzo, 2025



## ELABORACIÓN DEL INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE RÍO TAMBO**

ALCALDESA:  
DIGNA SUCARI MALDONADO

### EQUIPO TECNICO:

**Ing. ROOSEVELT SOLANO PERALTA**

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES

Reconocido con Resolución Jefatural N° 132-2018-CENEPRED-J

**Arq. REBECA JACINTA ASTETE LOPEZ**

EVALUADOR DEL RIESGO DE DESASTRES

Reconocido con Resolución Jefatural N° 085-2018-CENEPRED-J

**Ing. ABRAHAM GAMONAL SÁNCHEZ**

Profesional en Ing. Geólogo

**Bach. Ing. EDGAR SOLANO PERALTA**

Profesional en Ing. Civil

**World GIS**

Esp. en Sistemas de Información Geográfica


Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J


ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>7</b>
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos .....	7
1.3 Finalidad .....	7
1.4 Justificación .....	7
1.5 Antecedentes.....	8
1.6 Marco Normativo .....	10
<b>CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES.....</b>	<b>11</b>
2.1 Ubicación Geográfica .....	11
2.1.1 Área en evaluación.....	11
2.2 Vías de acceso .....	13
2.3 Características Sociales .....	14
2.3.1 Población.....	14
2.3.2 Vivienda.....	14
2.3.3 Abastecimiento de agua .....	16
2.3.4 Servicios Higiénicos.....	16
2.3.5 Tipo de alumbrado.....	17
2.3.6 Educación.....	18
2.3.7 Salud .....	18
2.3.8 Características Económicas .....	18
2.4 Características físicas del territorio.....	19
2.4.1 Unidades geológicas .....	19
2.4.2 Unidades geomorfológicas .....	25
2.4.3 Pendiente .....	30
2.4.4 Condiciones climáticas .....	33
2.4.5 Caracterización de la unidad hidrográfica María (área de drenaje).....	37
2.4.6 Hidrodinámica de la Qda María.....	42
<b>CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....</b>	<b>46</b>
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad .....	46
3.2 Recopilación y análisis de la información .....	47
3.3 Identificación y caracterización del peligro .....	48
3.4 Parámetros de evaluación.....	49
3.5 Susceptibilidad del territorio.....	50
3.5.1 Análisis del factor desencadenante.....	50
3.5.2 Análisis del factor condicionante .....	52
3.6 Definición del escenario.....	56
3.7 Análisis de los elementos expuestos.....	56
3.8 Ponderación del peligro.....	59
3.9 Estratificación del nivel de peligro .....	59



3.10	Niveles del peligro .....	60
3.11	Mapa de peligro .....	60
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....</b>		<b>62</b>
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad .....	62
4.2	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social .....	63
4.2.1	Análisis de la exposición social – Ponderación de parámetros .....	64
4.2.2	Análisis de la fragilidad social – Ponderación de parámetros.....	65
4.2.3	Análisis de la resiliencia social – Ponderación de parámetros .....	66
4.3	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica .....	68
4.3.1	Análisis de la exposición económica - Ponderación de parámetros.....	68
4.3.2	Análisis de la fragilidad económica - Ponderación de parámetros .....	70
4.3.3	Análisis de la resiliencia económica - Ponderación de parámetros .....	72
4.4	Análisis de la vulnerabilidad ambiental .....	73
4.4.1	Análisis de la fragilidad ambiental - Ponderación de parámetros .....	73
4.4.2	Análisis de la resiliencia ambiental - Ponderación de parámetros.....	74
4.5	Ponderación de la vulnerabilidad.....	76
4.6	Estratificación de la vulnerabilidad .....	77
4.7	Niveles de vulnerabilidad.....	78
4.8	Mapa de vulnerabilidad.....	78
<b>CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO .....</b>		<b>80</b>
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo .....	80
5.2	Matriz del riesgo .....	80
5.3	Estratificación del riesgo.....	81
5.4	Niveles del riesgo .....	82
5.5	Mapa del riesgo .....	82
5.6	Cálculo de efectos probables .....	84
<b>CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....</b>		<b>85</b>
6.1	De la evaluación de las medidas .....	85
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	85
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>91</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>		<b>92</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>		<b>93</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>		<b>93</b>
<b>ANEXO 01: LISTADO DE FOTOS.....</b>		<b>97</b>
<b>ANEXO 02: CALCULOS HIDROLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA (Qda. María).....</b>		<b>104</b>
<b>ANEXO 03: MAPAS TEMÁTICOS.....</b>		<b>1344</b>

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## PRESENTACIÓN

La Municipalidad Distrital de Río Tambo, en su condición de gobierno local, en cumplimiento de sus funciones establecidas en la Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), formulan, aprueban normas, planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres, en el ámbito de su competencia, en el marco de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y los lineamientos del ente rector, en tal sentido, en concordancia con lo establecido por la presente Ley y su reglamento; así como atendiendo el requerimiento de la Comunidad Nativa de Buenos Aires, ha solicitado, la elaboración del informe de evaluación del riesgo ante flujo de detritos de la Comunidad Nativa de Buenos Aires.

Así mismo, el presente informe de evaluación del riesgo por flujo de detritos permite analizar el impacto potencial que pueda generarse en el área de evaluación de la comunidad nativa de Buenos Aires, debido a los antecedentes suscitados en la mencionada comunidad, donde se presentó eventos de flujo de detritos originado por la crecida de la quebrada María, como consecuencia de las fuertes precipitaciones anómalas.

Es así que para el desarrollo del presente informe se realizaron las coordinaciones con los funcionarios de la municipalidad distrital de Río Tambo y pobladores representantes de la comunidad nativa de Buenos Aires, para el reconocimiento del área en evaluación (caracterización del peligro y sus parámetros de evaluación), así como para el levantamiento de la información de cantidad de viviendas y población expuesta, levantamiento topográfico, obtención de fichas EDAN, entre otros.

Así mismo, para el desarrollo del presente informe de evaluación del riesgo de desastres (EVAR), se empleó la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión; mediante el cual podremos analizar parámetros de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) del peligro del área EVAR; analizar la vulnerabilidad social, económica y ambiental de elementos expuestos al fenómeno en función a la exposición, fragilidad y resiliencia, determinar los niveles de riesgos, así también recomendar las medidas de prevención y/o reducción de riesgos en el área de evaluación.



Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## INTRODUCCIÓN

La localidad de Buenos Aires se ubica en la margen derecha del río Tambo, sobre una terraza aluvial de relieve llano y parte sobre una vertiente aluvial de relieve ondulado, por el cual atraviesa la Qda Maria. Hacia la parte alta del poblado se tienen laderas de montaña que están densamente cubiertas por vegetación.

La geología está conformada por depósitos aluviales matriz soportados, depósitos proluviales (dejados por antiguos flujos de detritos y lodos), depósitos fluviales (en el cauce del río Tambo), depósito deluviales de diferentes espesores, compactos cuyo origen es la alteración de los materiales de la Formación Ucayali, que se compone de gravas con bolonería areniscos en matriz areno arcillosa. El basamento rocoso se compone de areniscas y lodolitas de la Formación Chambira pero que no aflora en la zona de estudio.

Se ha identificado el peligro de flujos de detritos que en años anteriores ya han afectado parte del poblado, alcanzando viviendas y las instituciones educativas. Estos flujos de detritos se originan por el deslizamiento de suelos en la parte alta de la quebrada María, cuyos materiales removidos son canalizados por el cauce y tienden a desbordarse en la parte baja, afectando viviendas de la localidad de Buenos Aires.

También podemos indicar que, para el trimestre enero a marzo del año 2012, las lluvias superaron sus cantidades normales a nivel del área de evaluación, presentándose un exceso significativo de lluvias con un valor acumulado mensual de hasta 184.3 mm aproximadamente por encima de su normal climática, además, muestra que durante el verano 2012 se presentó un día catalogado como “Extremadamente lluvioso” en el mes de marzo, sin embargo, la mayor cantidad de lluvias extremas se presentó durante el mes de febrero, entre días “Muy lluviosos”, “Lluviosos” y “Moderadamente lluviosos”; es por ello que esta información es considerada para el análisis del peligro, como factor desencadenante.

En tal sentido, el peligro a evaluar corresponde a flujo de detritos, originado por lluvias extremas; es así que, para el área en evaluación, se logró zonificar sectores críticos (peligro Muy alto, Alto) ante la ocurrencia del mencionado peligro.

Así también, mediante el análisis de vulnerabilidad, se logró determinar que, de los 31 lotes evaluados, 14 lotes presentan niveles de vulnerabilidad Alta (viviendas) y 17 lotes niveles de vulnerabilidad Muy Alta (13 viviendas, 01 capilla, 02 instituciones educativas y 01 comedor); ahora para los niveles de riesgo podemos indicar que, 12 lotes presentan niveles de riesgo Alto (viviendas), así mismo 19 lotes presentan niveles de riesgo Alto (15 viviendas, 01 capilla, 02 instituciones educativas y 01 comedor).

  
  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

## CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Objetivo General

Determinar los niveles del riesgo por flujo de detritos en el área de evaluación de la Comunidad Nativa de Buenos Aires, del distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar, caracterizar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro del área en evaluación.
- Analizar, determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Calcular los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos evaluando la aceptabilidad y tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar las medidas de prevención y/o reducción del riesgo, según los resultados del EVAR.

### 1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico que permita determinar los niveles del riesgo, ante el peligro por flujo de detritos, para el área en evaluación, de esta manera la autoridad que corresponda pueda mitigar el riesgo, mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales, recomendadas en el presente estudio.

### 1.4 Justificación

De acuerdo al trabajo de campo, a nivel del área de evaluación, se observaron sectores altamente expuestos ante la ocurrencia del peligro por flujo de detritos.

Como podemos observar, en la figura 01 captada por el DRONE, se observa que la población de la Comunidad Nativa de Buenos Aires se encuentra asentada en una terraza aluvial, el cual es altamente susceptible al arrastre de detritos por la Quebrada. María. En la figura 02, observamos el lugar de nacimiento de la quebrada.

Figura N° 01. Imagen de viviendas expuestas



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura N° 02. Imagen de viviendas expuestas ladera abajo



Fuente: Elaboración propia.

## 1.5 Antecedentes

- a. En fecha 23 de agosto de 2021, luego de llevarlo a consideración de la asamblea general, la Comunidad Nativa de Buenos Aires presenta un memorial en el que solicitan la reubicación voluntaria de la comunidad, hacia un lugar más seguro, que está disponible y que incluso, han iniciado con las labores de limpieza y que se ha lotizado ya que sienten mucho temor ante el peligro inminente.
- b. Mediante Informe Técnico N° 013-2021-ODCGR/MDRT de fecha 30 de setiembre de 2021, suscrito por el Econ. César J. Meza Rodríguez, Jefe de la Oficina de Defensa Civil-MDRT, dirigido al Lic. Luis Antonio Buendía Vásquez, Presidente de la Plataforma de Defensa Civil y Gestión de Riesgos de la Municipalidad Distrital de Río Tambo, se da cuenta de:
  - Un deslizamiento de tierra y lodo ocurrido en la Comunidad Nativa de Buenos Aires, el día 15 de febrero de 2021 afectando 04 viviendas, la Institución Educativa N° 3000-38 nivel primario, la captación de agua y varios terrenos agrícolas.
  - En atención a ello, a) se realizó el empadronamiento de las familias afectadas, b) se les entregó bienes de ayuda humanitaria, c) Se intervino con maquinaria pesada (retroexcavadora) y realizó limpieza de la quebrada María y del área afectada de la institución educativa.
  - Se realizó el registro en el SINPAD, con código N° 134811, declarándose en situación de emergencia la IE N° 3000-38 con Resolución de Alcaldía N° 076-2021-A/MDRT e informe a la UGEL Río Tambo mediante Oficio N° 190-2021-A/MDRT.
- c. Mediante Informe N° 042-2024-AAEG-SGSLO/MDRT de fecha 29 de abril de 2024, suscrito por el Ing. Abraham A. Escobar García, Monitor de Obra de la SGSLO, dirigido al Ing. Fredy Antezana Romero, Gerente de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Río Tambo, se da cuenta de visita realizada a la Comunidad Nativa Buenos Aires en fecha 24 de abril 2024.

Se concluye en el informe que “se requiere atender de urgencia a la Comunidad Nativa de Buenos Aires en la reubicación de la población, instituciones educativas inicial y primaria, por estar ubicados en zona de riesgo” así como se recomienda a la entidad contratar a un profesional especialista para que pueda realizar el trabajo de identificación de los riesgos, en el cual podría estar expuesta la población”



d. Así mismo, se formuló por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través de Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, el proyecto de inversión: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS EN LA COMUNIDAD NATIVA DE BUENOS AIRES, DISTRITO DE RÍO TAMBO, PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN (Código Único de Inversiones - CUI 2202905 por un monto de inversión actualizado de S/.1'580,260.39 y se encuentra en la fase de ejecución de la inversión. Dada la ocurrencia de los eventos de activación de la Quebrada María, se requiere con carácter de URGENTE, contar con el Estudio de Evaluación de Riesgos- EVAR que determine los alcances del riesgo y el manejo adecuado de éste.

A partir de ocurrir los eventos de activación de la quebrada, la Comunidad Nativa de Buenos Aires, ha tomado las previsiones para encontrar un terreno a dónde trasladarse en resguardo de sus vidas e integridad física, así como de su patrimonio y recursos naturales e infraestructura económica.

Igualmente, se ha advertido al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de los hechos suscitados, para detener la construcción del proyecto de saneamiento en ejecución, a lo que VIVIENDA ha requerido a la Municipalidad Distrital de Río Tambo, que se efectúe una Evaluación de Riesgos a cargo de un evaluador de riesgos acreditado por el CENEPRED, para una adecuada toma de decisiones, al respecto de paralizar las acciones de ejecución de las obras de saneamiento que se vienen ejecutando y/o de una adecuada gestión de los riesgos.

Las características físicas del área de evaluación, se confabulan para que se muestre susceptible ante la ocurrencia de eventos por flujo de detritos originado por lluvias extremas, en tal sentido, a continuación, se indica el antecedente ocurrido en dicho poblado.

Cuadro N° 01. Registro de ocurrencia de eventos, según SINPAD

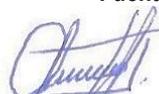
N°	Fecha	Peligro	Lugar	Daños	Fuente
01	15/02/2019	Flujo de detritos	Buenos Aires	Viviendas, Instituciones Educativas	SINPAD

Fuente: SINPAD

Figura N° 03. Imagen de viviendas afectadas



Fuente: Pobladores de Buenos Aires

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
 ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

Figura N° 04. Imagen de I.E. afectada.



Fuente: Pobladores de Buenos Aires

## 1.6 Marco Normativo

1. Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
2. Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
3. Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
4. Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
5. Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres y que dispone la creación de la autoridad para la reconstrucción con cambios.
6. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
7. Decreto Supremo N° 003-2019-PCM, de fecha 09 de enero del 2019, que aprueba el reglamento de ley N° 30556.
8. Decreto Supremo N° 142-2021-PCM (Reglamento de la Ley 29869 Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable)
9. Decreto Supremo N° 060-2024-PCM, que modifica el Reglamento de la Ley 29664 del SINAGERD (D.S. N° 048-2011-PCM)
10. Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
  - Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
  - Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
11. Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.



## CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.1 Ubicación Geográfica

#### 2.1.1 Área en evaluación

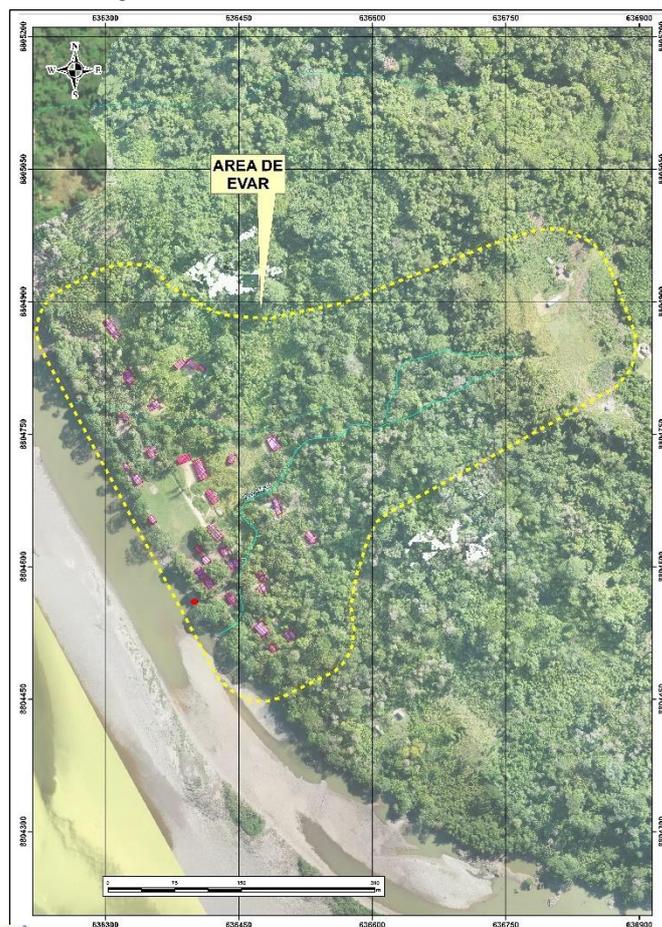
El área de evaluación, comprende la comunidad nativa de Buenos Aires, del distrito del Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín, esta área se encuentra a una distancia aproximada de 8 Km en línea recta en dirección N con respecto a la provincia de Atalaya (Ucayali).

Cuadro N° 02. Ubicación del área del proyecto

Área del proyecto	
Departamento :	Junín
Provincia :	Satipo
Distrito :	Río Tambo
Comunidad Nativa :	Buenos Aires
Sector :	Urbano
UBIGEO :	120608
Altitud promedio:	245 m.s.n.m.
Coordenadas UTM :	E 636,426.98; N 8,804,709.9

Fuente: Elaboración equipo técnico.

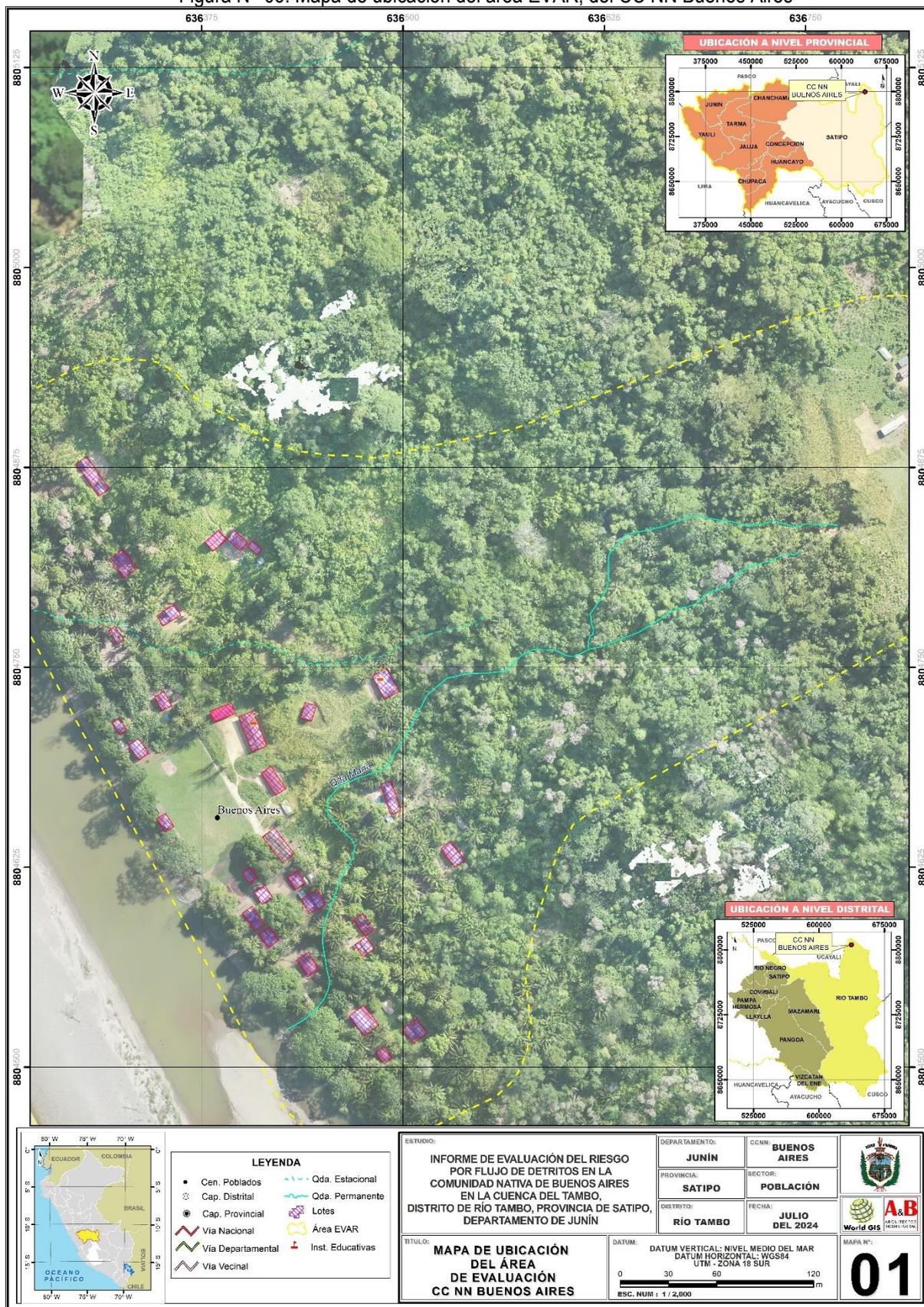
Figura N° 05. Ubicación del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.



Figura N° 06. Mapa de ubicación del área EVAR, del CC NN Buenos Aires



Fuente: Elaboración equipo técnico.



## 2.2 Vías de acceso

Existe una vía por la cual se puede llegar de Lima al área en evaluación de la Comunidad Nativa de Buenos Aires, distrito de Río Tambo. Partiendo de Lima, pasando por las ciudades de Satipo, hasta llegar a Atalaya (Ucayali) y de ahí terminando en el poblado de Buenos Aires, (este último tramo, mediante vía fluvial, aguas arriba, en bote).

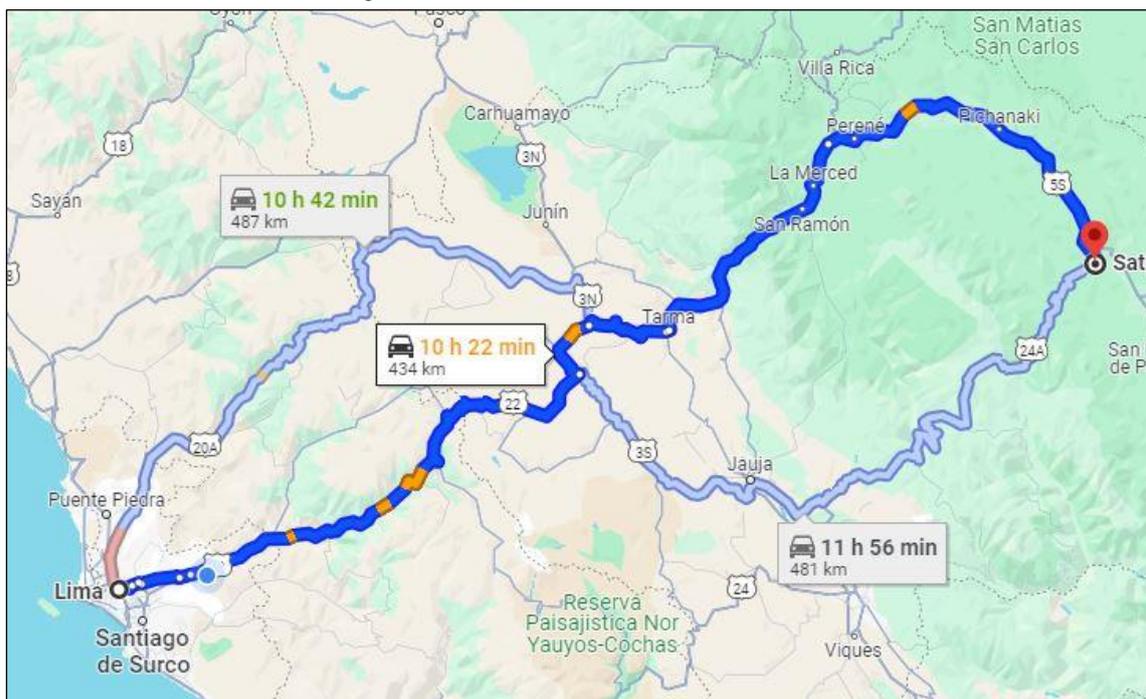
A partir de Puerto Remolino en Río Tambo (aguas abajo), se llega directo en bote o peque peque, a la Comunidad Nativa de Buenos Aires por el Río Tambo.

Cuadro N° 03. Vías de acceso al centro poblado de Chahuarma

Ciudades	Modo	Condición	Distancia	Tiempo
Lima – Satipo	Vía terrestre	Asfaltado	433 Km	10 h 30 min
Satipo - Atalaya	Vía terrestre	Trocha	130 Km	09 h 00 min
Atalaya – Buenos Aires	Vía fluvial	-----	8.5 Km	30 min
TOTAL			571.5 Km	20 h 00 min

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 07. Ruteo al área de evaluación.



Fuente: Google maps

  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

  
**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRD-J

## 2.3 Características Sociales

### 2.3.1 Población

#### A. Población según sexo

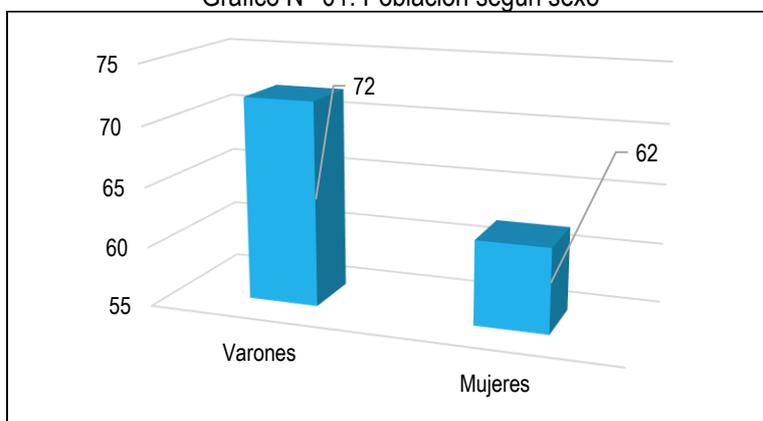
Según los censos nacionales 2017, señalan que el poblado de Buenos Aires, cuentan con una población total de 134 habitantes, de los cuales el 53.00% son varones y el 47.00% son mujeres según el Cuadro 04.

Cuadro N° 04. Población según sexo

Poblado	Total	Población	
		Varones	Mujeres
Buenos Aires	134	72	62
%	100%	53.00 %	47.00 %

Fuente: censos 2017

Gráfico N° 01. Población según sexo



Fuente: Censos 2017

### 2.3.2 Vivienda

Según la verificación insitu se determina la siguiente caracterización para el poblado de Buenos Aires, cuenta con un total de 31 lotes de los cuales, 27 son viviendas, 01 capilla, 01 comedor y 02 u centros educativos, siendo el porcentaje más significativo los lotes que tienen como material predominante la madera representando el 93.5%, mientras, con material predominante el ladrillo o bloque de cemento (material noble) que representa el 6.5% del total, no encontrándose en la zona de estudio los de material piedra o sillar con cal o cemento, tapia, quincha, piedra con barro.

Cuadro N° 05. Material predominante de las paredes.

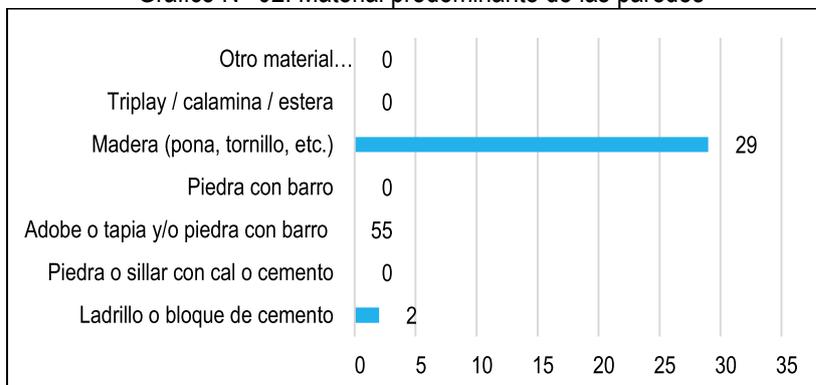
Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	2	6.5
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0.0
Adobe o tapia y/o piedra con barro	0	0.0
Quincha (caña con barro)	0	0.0
Madera (pona, tornillo, etc.)	29	93.5
Triplay / calamina / estera	0	0.0



Otro material	0	0.0
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración Equipo técnico.

Gráfico N° 02. Material predominante de las paredes



Fuente: Elaboración Equipo técnico.

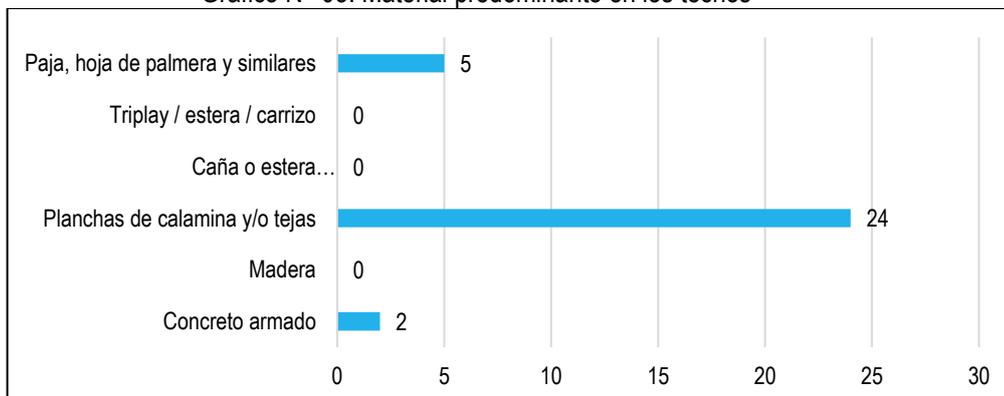
Del mismo modo, en el Cuadro 06, podemos indicar que, 24 lotes, tienen como material predominante en los techos es las planchas de calamina, 05 paja u hoja de palmera y solamente 02 edificaciones utiliza como material predominante en los techos el concreto armado.

Cuadro N° 06. Material predominante de los techos

Tipo de material predominante de los techos	Viviendas	%
Concreto armado	2	6.5
Madera	0	0.0
Planchas de calamina y/o tejas	24	74.00
Caña o estera con torta de barro o cemento	0	0.0
Triplay / estera / carrizo	0	0.0
Paja, hoja de palmera y similares	5	19.5
Otro material	0	0.0
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 03. Material predominante en los techos



Fuente: Elaboración equipo técnico.



### 2.3.3 Abastecimiento de agua

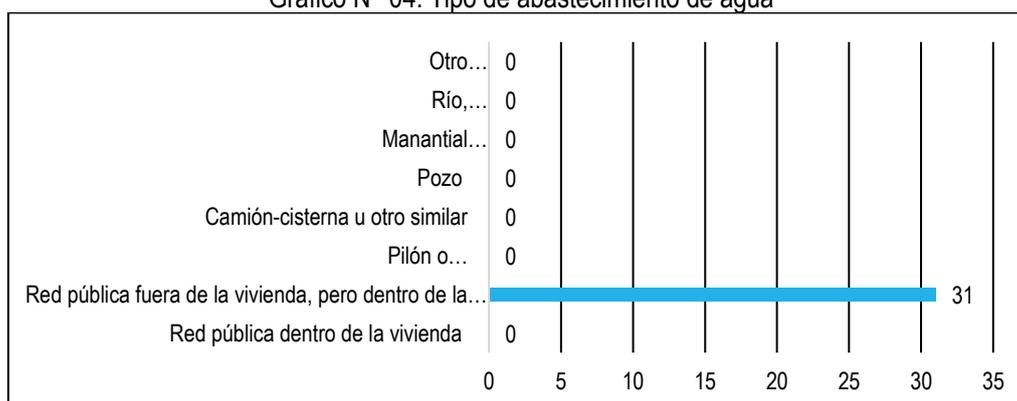
De acuerdo a la verificación insitu determinamos que el 100% de las viviendas y/o edificaciones del área de evaluación cuentan con abastecimiento de agua, a través de la red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación (captación de agua).

Cuadro N° 07. Tipo de abastecimiento de agua

Tipo de Abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	0	0.0
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	31	100.0
Pilón o pileta de uso público	0	0.0
Camión-cisterna u otro similar	0	0.0
Pozo	0	0.0
Manantial o puquio	0	0.0
Río, acequia, lago, laguna	0	0.0
Otro 1/ Vecino	0	0.0
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 04. Tipo de abastecimiento de agua



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.4 Servicios Higiénicos

De la verificación insitu determinamos que, a nivel del área de evaluación del poblado de Buenos Aires,, las 31 edificaciones , cuentan con Pozo ciego o negro.

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 065-2018-CENEPRED-J



Cuadro N° 08. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas y/o edificaciones.

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0	0.0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0	0.0
Unidad básica de saneamiento, tanque séptico o biodigestor	0	0.0
Letrina	0	0.0
Pozo ciego o negro	31	100.0
Río, acequia, canal o similar	0	0.0
Campo abierto o al aire libre	0	0.0
Otro 1/	0	0.0
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 05. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas y/o edificaciones



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.5 Tipo de alumbrado

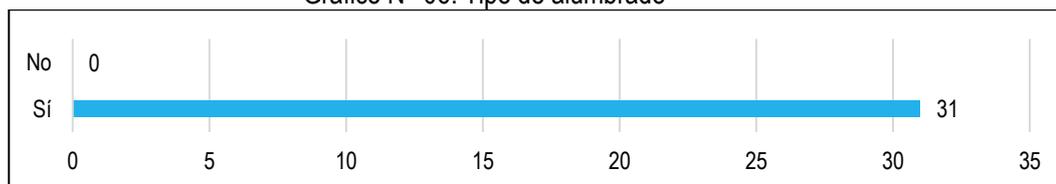
De acuerdo con el Cuadro 09, el 100% de las viviendas y/o edificaciones del área en evaluación, cuentan con alumbrado eléctrico por red pública verificándose toda la población cuenta con este servicio.

Cuadro N° 9. Tipo de alumbrado

Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	Cantidad	%
Sí	31	100.0
No	0	0.0
<b>Total, de viviendas</b>	<b>31</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

Gráfico N° 06. Tipo de alumbrado



Fuente: Elaboración equipo técnico.



### 2.3.6 Educación

Dentro del área de evaluación, el poblado de Buenos Aires, cuenta con 02 institución educativa, correspondiente a la Educación Básica Regular, de nivel primario.

Cuadro N° 10. Instituciones educativas

N°	Institución Educativa	Nivel	Lugar
1	I.E. N° 30001 - 38	Primaria	Buenos Aires
2	I.E. N° 1736	Inicial	Buenos Aires

Fuente: Elaboración equipo técnico

### 2.3.7 Salud

Con lo que respecta al sector salud, la zona de estudio no cuenta con un puesto de salud, en casos de emergencia recurren al centro de salud de la provincia de Atalaya (Ucayali).

Cuadro N° 11. Centros de salud

N° de centros de salud	cantidad	Lugar
Centro de Salud Atalaya	1	Atalaya
Total	1	-----

Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.8 Características Económicas

Del cuadro 11, se determina que el 100.00 % de la población del centro poblado de Buenos Aires, se dedican a la agricultura y ganadería (crianza de animales menores).

Cuadro N° 12. Actividad económica de su centro de labor

Actividad económica de su centro	%
Agrícola/Ganadería	100.0
Albañil/obrero	0.0
Comerciante	0.0
Empleado	0.0
Estudiante	0.0
Comerciante	0.0
Ama de casa	0.0
Otros	0.0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

## 2.4 Características físicas del territorio

La localidad de Buenos Aires se ubica en la margen derecha del río Tambo, sobre una terraza aluvial de relieve llano y parte sobre una vertiente aluvial de relieve ondulado, el cual es atravesada por la quebrada María. Hacia la parte alta del poblado se tienen laderas de montaña que están densamente cubiertas por vegetación y terrazas coluvio-deluviales de relieve semillano, que son una adecuada opción como zonas de reubicación debido a que se encuentran en la parte alta sin probabilidad de ser afectados por peligros geológicos. La geología está conformada por depósitos aluviales matriz soportados, depósitos proluviales (dejados por antiguos flujos de detritos y lodos), depósitos fluviales (en el cauce del río Tambo), depósitos deluviales de diferentes espesores, compactos cuyo origen es la alteración de los materiales de la Formación Ucayali, que se compone de gravas con bolonería areniscas en matriz areno arcillosa. El basamento rocoso se compone de areniscas y lodolitas de la Formación Chambira pero que no aflora en la zona de estudio.

Se ha identificado el peligro de flujos de detritos que en años anteriores ya han afectado parte del poblado, alcanzando viviendas y una institución educativa. Estos flujos de detritos se originan por el deslizamiento de suelos en la parte alta de la quebrada María, cuyos materiales removidos son canalizados por el cauce y tienden a desbordarse en la parte baja, afectando viviendas de la localidad de Buenos Aires. Por tanto, descritas las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas; el peligro a evaluar corresponde a flujo de detritos que son desencadenados por lluvias intensas.

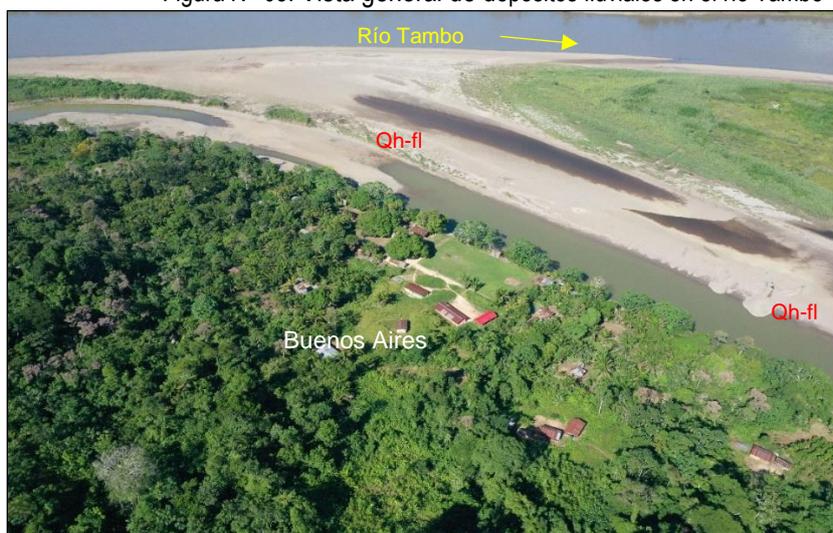
Se ha determinado una zona adecuada para reubicación, que se ubica en la parte alta de la zona de estudio, que geológicamente se compone de depósitos deluviales y geomorfológicamente corresponde a terraza coluvio deluvial, de relieve semi plano, donde no se ha observado predisposición para flujos de detritos y/u otro movimiento en masa.

### 2.4.1 Unidades geológicas

La configuración geológica de la zona de estudio está representada por depósitos inconsolidados del Cuaternario (depósitos aluviales, proluviales, fluviales y deluviales) que cubren a la Formación Ucayali.

- a) **Depósitos fluviales (Qh-fl)** Están conformado por gravas redondeados a sub-redondeados entremezcladas con arenas gruesas, de consistencia suelta. Se restringen al cauce activo del río Tambo y son arrastrados y depositados en épocas de crecida.

Figura N° 08. Vista general de depósitos fluviales en el río Tambo



Fuente: Elaboración equipo técnico.

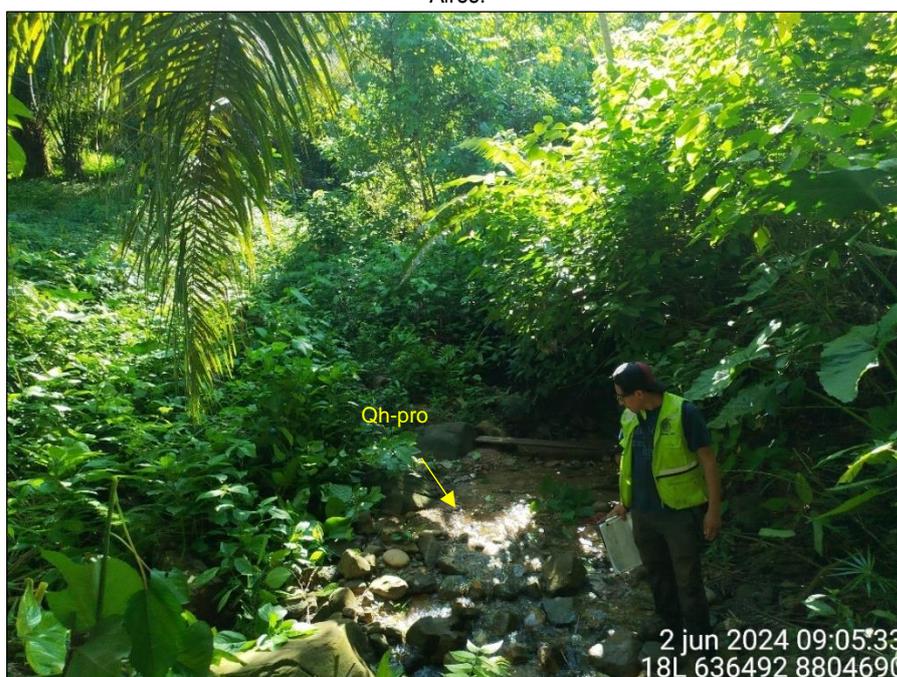
Figura N° 09. Gravas con arenas que componen los depósitos fluviales en el río Tambo.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- b) **Depósitos proluviales (Qh-pr)** Estos depósitos están compuestos por material heterométrico de gravas gruesas y bolonería y arenas sueltas, de formas subredondeado con poca presencia de arcillas y limos. Se encuentran rellenando los cauces activos de quebradas, de actividad estacional. Estos depósitos también corresponden a aquellos pulsos de flujos de detritos acontecidos en años anteriores.

Figura N° 010. Depósitos proluviales en cauce de quebrada que atraviesa el poblado de Buenos Aires.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Figura N° 011. Depósitos proluviales en cauce de quebrada Maria que atraviesa el poblado de Buenos Aires.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- c) **Depósitos aluviales (Qh-al)** Estos depósitos están compuestos por material gravas y arenas de grano medio a grueso, de formas subredondeado embebidas en un matriz arcillo arenosa, que se encuentran rellenando terrazas aledañas a los cauces de ríos y quebradas.

Figura N° 012. Depósitos aluviales arenosos, sobre la cual se asienta parte del poblado de Buenos Aires.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- d) **Depósitos deluviales (Qh-de)** Se compone de una matriz arcillo arenosa de color rojiza que envuelve castos angulosos de areniscas y conglomerados. Su origen está relacionado a la alteración insitu de las rocas de las Formaciones Ucayali y Chambira

Figura N° 013. Depósitos deluviales, de matriz limosa que engloban clastos de areniscas y conglomerados. Vista en la parte alta de la localidad de Buenos Aires.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Figura N° 014 Depósitos deluviales, de matriz limosa que engloban clastos de areniscas y conglomerados. Vista en la parte alta de la localidad de Buenos Aires.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- e) **Formación Ucayali (NQ-u)** Conglomerado polimítico pardo amarillento con matriz arenosa limosa y lentes de arena.

Figura N° 015 Conglomerados de la Formación Ucayali.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### Priorización de unidades geológicas

Se sugiere que, la priorización de las unidades geológicas, ante la ocurrencia por flujos de detritos, se realice en base al nivel de exposición al peligro, teniendo en cuenta las características litológicas de las distintas unidades.

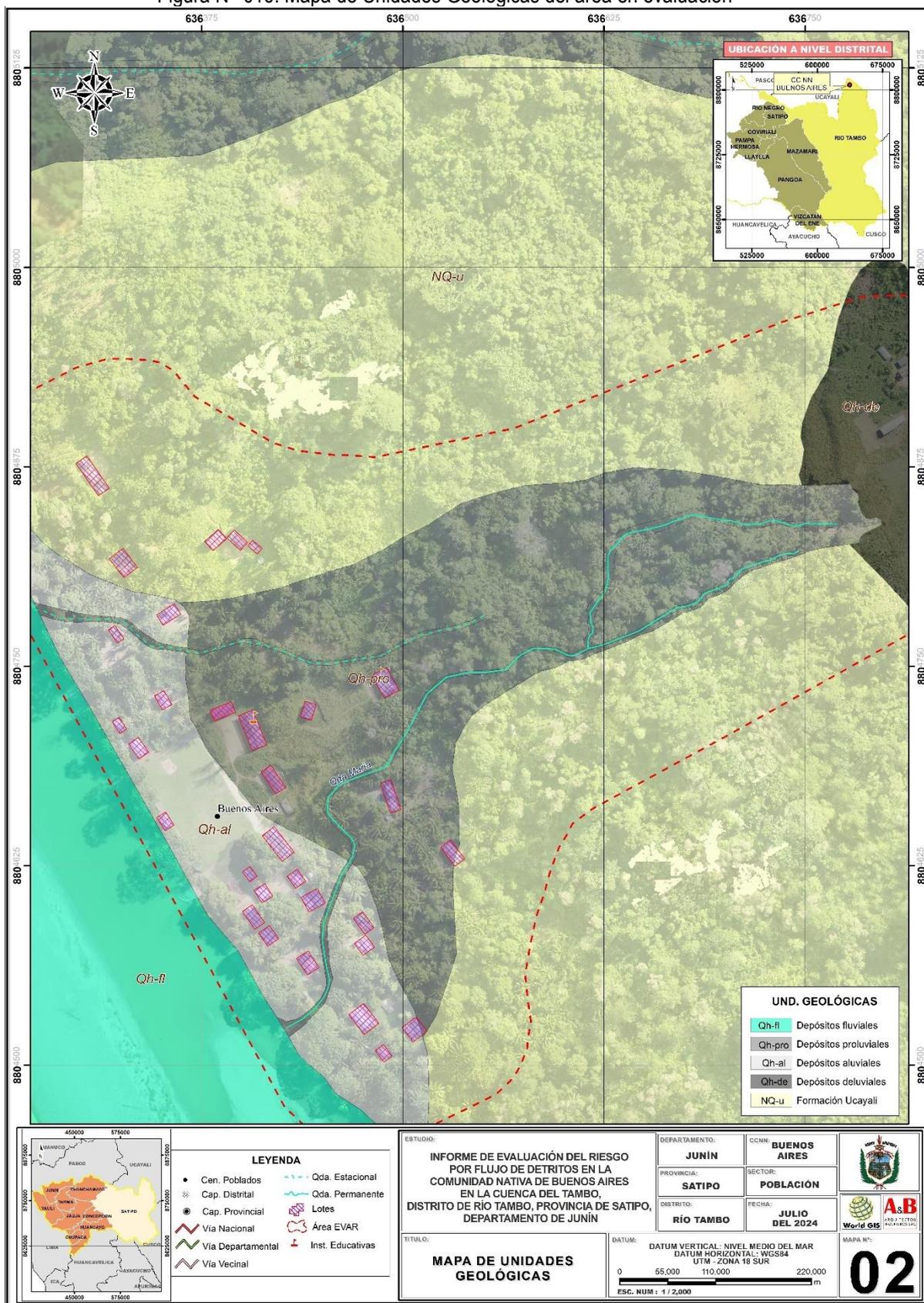
Cuadro N° 13: Priorización de unidades geológicas

Unidad Geológicas	Priorización
Depósitos fluviales	Muy alta
Depósitos proluviales	Alta
Depósitos aluviales	Media
Formación Ucayali	Baja
Depósitos deluviales	Muy baja

Fuente: Elaboración equipo técnico.



Figura N° 016: Mapa de Unidades Geológicas del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.

## 2.4.2 Unidades geomorfológicas

En el área de estudio se han observado unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y de carácter deposicional o agradacional. La geoforma de mayor predominancia corresponde a montañas seguida de terrazas aluviales, vertiente aluvial, cuce fluvial y quebradas.

- a) **Cauce fluvial y aluvial (C-fl/a)** Se ha denominado así a los cauces de los ríos y quebradas. El cauce fluvial corresponde al cauce activo del río Tambo, el cual presenta una dirección de flujo de sureste a noroeste hasta desembocar al río Ucayali. Tiene un ancho promedio de 400 a 900 m y una pendiente baja a media. Está conformada por bolonería y gravas redondeadas y de composición sedimentaria e ígnea, entremezcladas con áreas gruesas de similar composición. Por otra parte, el cauce aluvial se ha denominado así a los cursos de agua menores que descienden desde la parte alta de las laderas de montaña. Estas presentan un fondo angosto y poco profundo, por lo que son susceptibles en épocas de lluvia a canalizar flujos de detritos.

Figura N° 017. Vista del cauce fluvial del río Tambo.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Figura N° 018 Vista de las quebradas María y Seca.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- b) **Terraza coluvio-deluvial (T-co/de)** Se denomina así a zonas de relieve llano a semillano ubicados en la parte alta de la zona de estudio, cuyo origen está ligado a depósitos coluviales y deluviales. Presenta pendientes muy bajas a bajas, por lo que se le considera zonas planas, que califican como zonas adecuadas para reubicación del poblado de Buenos Aires.

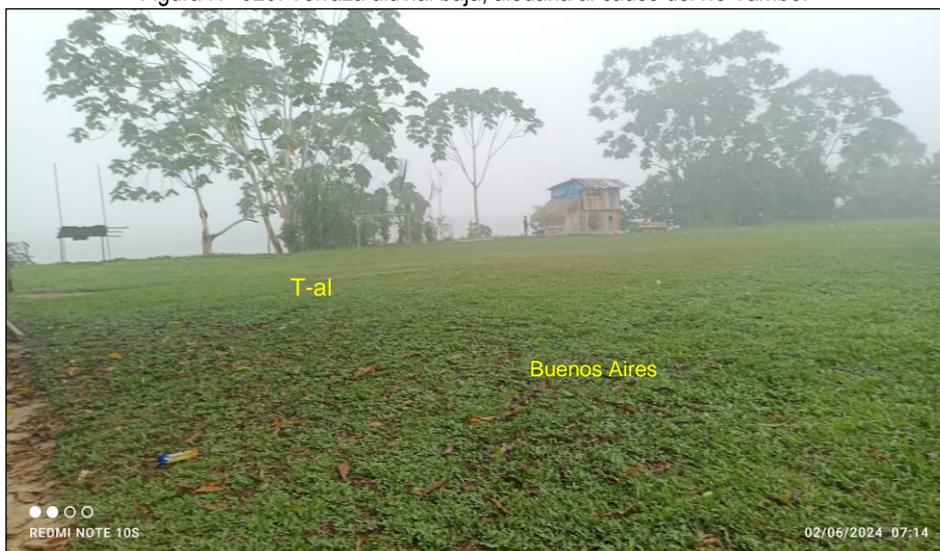
Figura N° 019. Vista de la unidad de terraza coluvio-deluvial, situada en la parte alta de la zona de estudio



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- c) **Terraza aluvial (T-al)** Corresponde aquellas zonas que presentan una pendiente menor a 2°, de relieve semillano a plano, compuesta de depósitos aluviales, aledaños al cauce activo del río Tambo. Esta unidad está expuesta ante flujos de detritos puesto que se ubican en la parte baja es decir en la zona de descarga de las quebradas que originan flujos de detritos.

Figura N° 020. Terraza aluvial baja, aledaña al cauce del río Tambo.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- d) **Vertiente aluvial (V-al)** Corresponde a aquellas zonas en la cuales han acontecido flujos de detritos y cuyo resultado es la formación de pequeñas ondulaciones en el terreno de forma escalonada. Se componen de depósitos proluviales.

Figura N° 021. Vertiente aluvial de relieve ondulado producto de la depositación de antiguos flujos de detritos.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

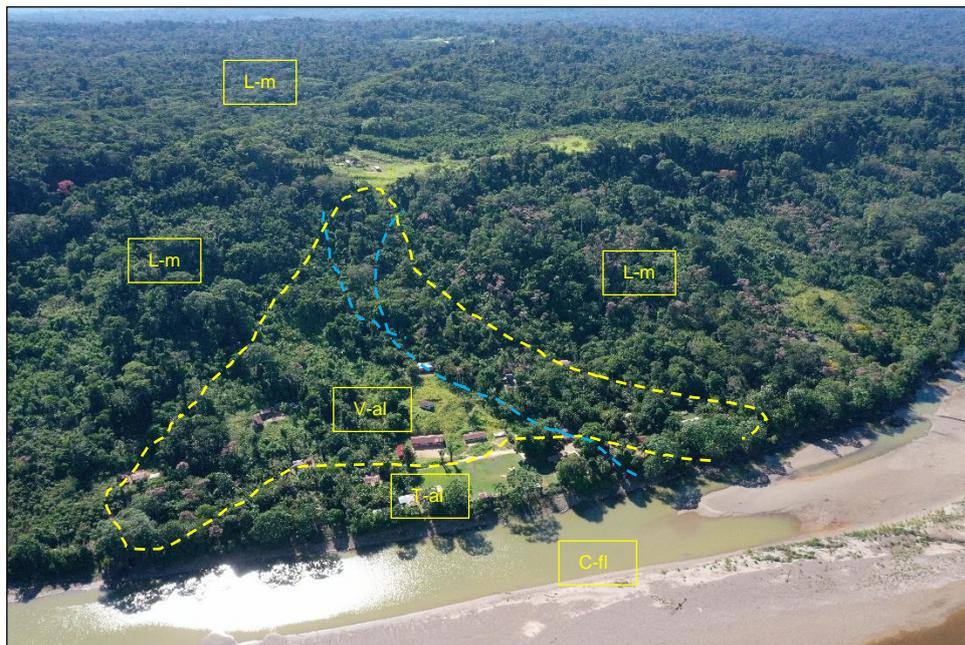
Figura N° 022. Vertiente aluvial de relieve ondulado



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- e) **Laderas de montaña (L-m)** Corresponde a laderas de mediana a alta pendiente ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ), que se extienden desde el cauce del río Tambo hacia la parte alta de la zona de Buenos Aires. El relieve es ondulado que ha sido modelado por las lluvias que caen en la zona.

Figura N° 023. Vista de la unidad laderas de montañas y otras unidades geomorfológicas de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### Priorización de unidades geomorfológicas

Se sugiere que, la priorización de las unidades geomorfológicas, ante la ocurrencia de flujo de detritos se realice en base al nivel de exposición al peligro, de la siguiente manera.

Cuadro N° 14: Priorización de unidades geomorfológicas

Unidad Geomorfológicas	Priorización
Cauce fluvial y aluvial	Muy alta
Vertiente aluvial	Alta
Terraza aluvial	Media
Laderas de montaña	Baja
Terraza coluvio-deluvial	Muy baja

Fuente: Elaboración equipo técnico.

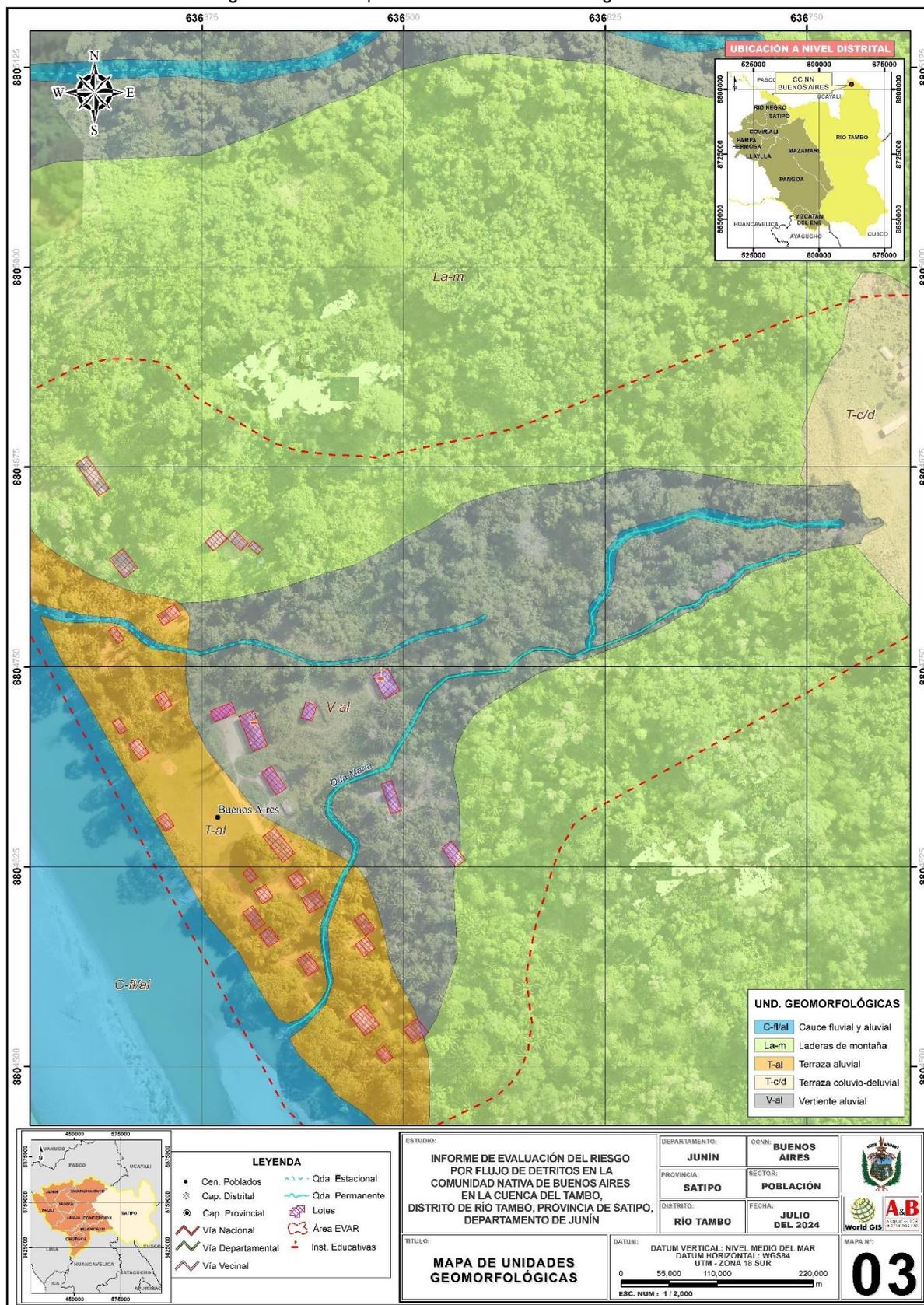
Se ha considerado a la unidad cauce fluvial y aluvial, como de prioridad muy alta, puesto que permanentemente está expuesta a aumentos del caudal de la Qda María. Seguidamente se ha priorizado la unidad de quebradas y vertiente aluvial, ya que la primera canaliza los flujos y el segundo es la zona de depositación.

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 024: Mapa de Unidades Geomorfológicas del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.4.3 Pendiente

La configuración del relieve del área en evaluación, se realizó sobre la base de la información del levantamiento topográfico realizado con el empleo de un DRONE, esta información fue procesada y se generaron curvas de nivel cada 1m; en tal sentido con el empleo de un programa en SIG, se generó el modelo digital de la superficie MDS, con una resolución geométrica de 1m por pixel. Finalmente, con el MDS se generó el raster de pendiente en grados, para el área en evaluación, este raster se clasificó en 5 unidades, de acuerdo al manual de evaluación del riesgo de desastres del CENEPRED. 2v. A continuación, se describe las unidades de pendiente según rango de clasificación de acuerdo a la evaluación de campo.

- a) **Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave ( $0^{\circ}$  -  $5^{\circ}$ )** de acuerdo al trabajo de campo realizado, dentro del área en evaluación, este rango de pendiente lo encontramos en la parte de la terraza aluvial y cauce fluvial, en este caso en parte del área urbana de la población de Buenos Aires.

Figura N° 025. Sectores con pendientes planas



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- b) **Terrenos con pendiente moderada ( $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ )** Dentro del área en evaluación, este rango de pendientes lo encontramos en sectores en transición de terraza a laderas de montaña

Figura N° 026. Sectores con pendientes moderada



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- c) **Terrenos con pendiente fuerte (15° – 25°)** Este rango de pendiente corresponde a laderas de montaña, dentro del área en evaluación podemos encontrar en sectores de quebradas con depósitos de detritos.

Figura N° 027. Sectores con pendientes fuertes



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- d) **Terrenos con pendientes muy fuerte (25° – 45°)** Dentro del área en evaluación podemos encontrar este rango de pendientes, en los sectores de la unidad geomorfológica de laderas de montaña.
- e) **Terrenos con pendiente escarpada (> 45°)** También este rango de pendiente lo encontramos, en la parte donde inicia la quebrada María, lugar donde se tiene antecedentes de pequeños deslizamientos, quienes dieron inicio al flujo de detritos.

#### Priorización de unidades de pendientes

Para la presente evaluación, se sugiere la priorización de las unidades de pendiente, ante la exposición a la ocurrencia de flujo de detritos, en base al nivel de exposición al peligro.

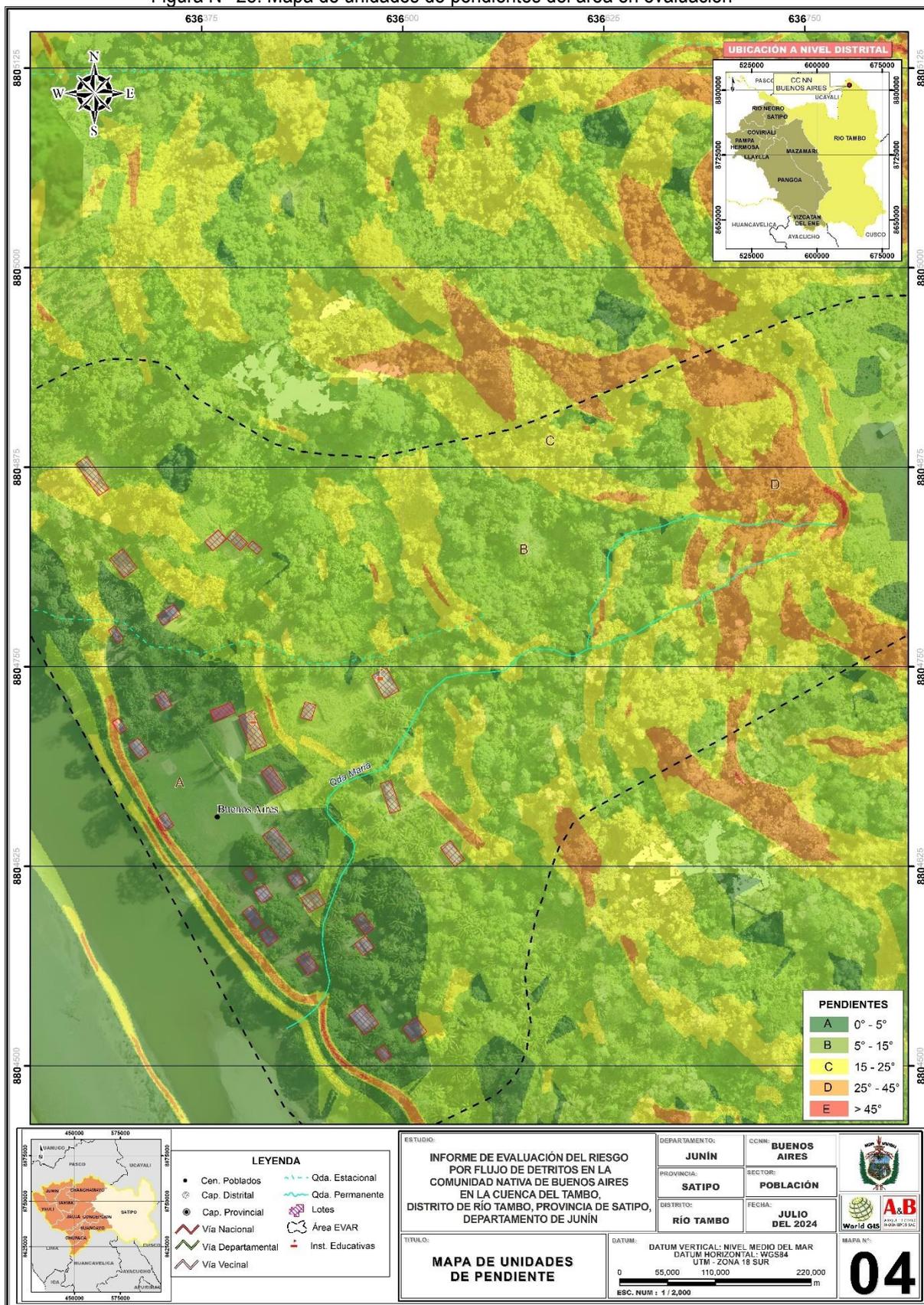
Cuadro N° 15: Priorización de pendientes

Rangos de pendiente	Priorización
Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (0° - 5°)	Muy alta
Terrenos con pendientes moderada (5° – 15°)	Alta
Terrenos con pendiente fuerte (5° – 25°)	Media
Terrenos con pendiente muy fuerte (25° – 45°)	Baja
Terrenos con pendiente escarpada (> 45°)	Muy baja

Fuente: Elaboración, equipo técnico



Figura N° 28: Mapa de unidades de pendientes del área en evaluación



Fuente: Elaboración, equipo técnico

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

#### 2.4.4 Condiciones climáticas

El Poblado de Buenos Aires se encuentra ubicado en el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín, el cual tiene las siguientes características climatológicas:

##### a. Clasificación climática

En base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2020), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, el Poblado de Buenos Aires, del distrito de Río Tambo, se caracteriza por prestar un Clima cálido, muy lluvioso, con precipitación abundante, con humedad relativa calificada como muy húmeda. Lluvioso y templado, con lluvia deficiente en invierno A(r)A'.

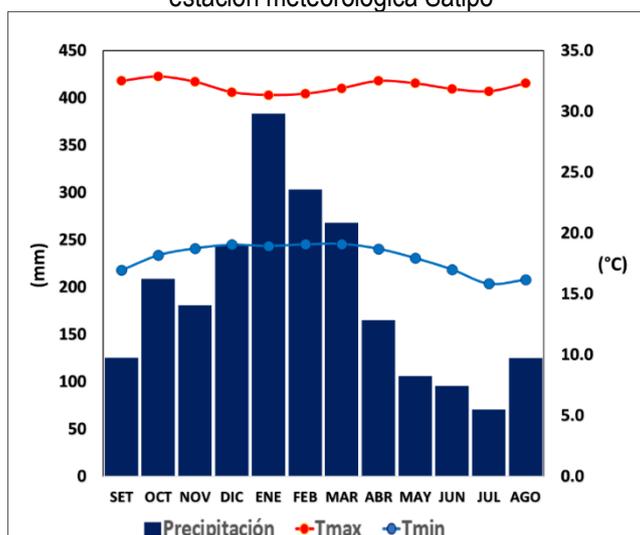
##### b. Clima

Para describir las condiciones de lluvia y temperatura que se suelen presentar en el poblado de Buenos Aires del distrito de Río Tambo, se utilizó la información de la estación meteorológica Satipo, en este caso siendo la más representativa (disponibilidad de datos). Tanto la zona de análisis como la estación meteorológica se ubican en la provincia de Satipo.

La temperatura máxima promedio del aire presenta ligeras fluctuaciones a lo largo del año, oscilando sus valores entre 31.3 a 32.9°C, con menores valores en los meses de verano e incrementando en los meses de otoño e invierno, debido a la temporalidad de la cobertura nubosa. En cuanto a la temperatura mínima del aire, presenta comportamiento opuesto que la temperatura máxima, con valores promedio que fluctúan entre 15.8 a 19.1°C, acentuándose los menores valores en invierno.

Respecto al comportamiento de las lluvias, suele presentarse con mayores acumulados entre los meses de diciembre a marzo, siendo más intensas durante el primer trimestre del año. Durante estos tres primeros meses las lluvias totalizan aproximadamente 954.1mm. Los meses menos lluviosos para la zona predominan durante los meses de mayo a agosto. Anualmente acumula en promedio 2273.7mm.

Gráfico N° 07. Comportamiento temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Satipo



Fuente: Adaptado a SENAMHI, 2012

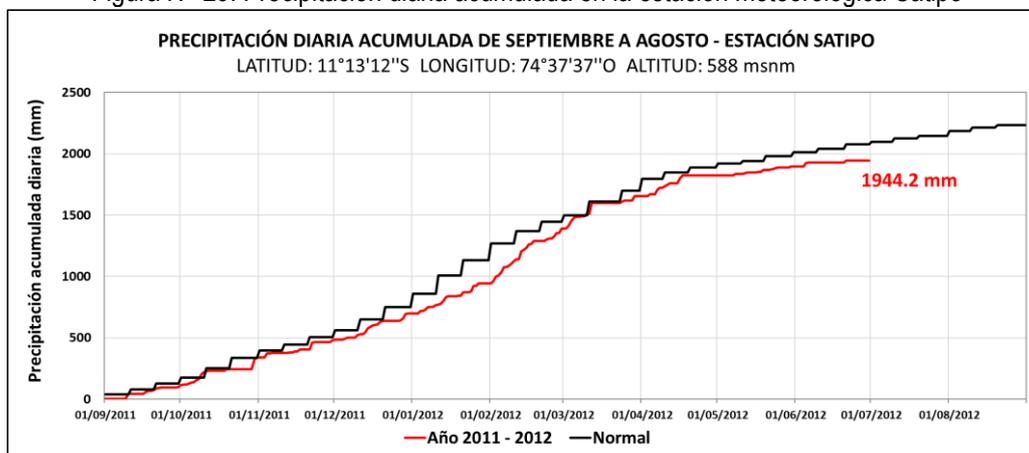


### a. Precipitaciones extremas

En el verano 2012, se presentaron lluvias que superaron los umbrales de precipitación extrema en el poblado de Buenos Aires del distrito de Río Tambo, catalogadas como “Extremadamente lluvioso” (mayor que 71.9 mm/día-perc 99) y “Muy lluvioso” (mayor que 43 mm/día y menor o igual que 71.9 mm/día-perc 95). Según la información de la estación meteorológica Satipo, los valores máximos de lluvia diaria durante aquel verano se registraron el 12 de marzo con 87.9mm/día (Extremadamente lluvioso), seguido de los días 25 de enero, con 47.8 mm/día y 13 de febrero con 63.4mm/día (Muy lluviosos), respectivamente.

Por otro lado, en la figura N° 25 se muestran las precipitaciones acumuladas a lo largo de la temporada lluviosa 2012 (línea roja), las cuales superaron ligeramente sus cantidades normales (línea negra) a mediados del mes de marzo

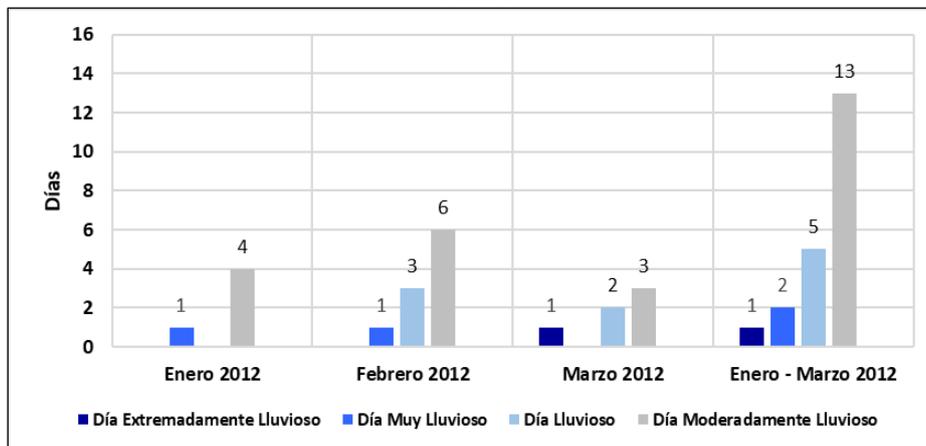
Figura N° 29. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Satipo



Fuente: Adaptado de SENAMHI<sup>1</sup>, 2021.

A nivel distrital, la frecuencia promedio areal de lluvias extremas (gráfico N°08), basado en los datos de la estación meteorológica Satipo, muestra que durante el verano 2012 se presentó un día catalogado como “Extremadamente lluvioso” en el mes de marzo, sin embargo, la mayor cantidad de lluvias extremas se presentó durante el mes de febrero, entre días “Muy lluviosos”, “Lluviosos” y “Moderadamente lluviosos”.

Gráfico N° 08. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante el verano 2012 en el distrito de Río Tambo



Fuente: SENAMHI, 2017



### b. Descriptores del factor desencadenante

Para el trimestre enero a marzo del año 2012, las lluvias superaron sus cantidades normales en el poblado de Buenos Aires del distrito de Río Tambo, presentándose un exceso significativo de lluvias con un valor acumulado mensual de hasta 184.3 mm aproximadamente por encima de su normal climática, siendo más frecuentes durante el mes de febrero. En el cuadro N°16, se muestra los descriptores clasificados en cinco niveles, los cuales se asocia a los rangos de anomalías de las precipitaciones expresados en forma gradual, así como sus valores en milímetros. Estos rangos nos representan cuánto se ha desviado la precipitación en el mes de febrero, durante este evento extremo, en términos porcentuales con relación a la precipitación usual de la zona 239 – 245.7 mm). En los rangos con mayores valores porcentuales, las lluvias anómalas fueron mayores.

Cuadro N° 16. Anomalía de precipitación durante el mes de febrero 2012 para el poblado de Buenos Aires del distrito de Río Tambo

Rango de anomalías (%)	Exceso de precipitación (mm)
70 - 75% superior a su normal climática	167.3 – 184.3 mm superior a su normal climática
65 - 70% superior a su normal climática	155.4 - 167.3 mm superior a su normal climática
60 - 65% superior a su normal climática	143.4 - 155.4 mm superior a su normal climática
55 - 60% superior a su normal climática	131.45 – 143.4 mm superior a su normal climática
50 - 55% superior a su normal climática	119.5 – 131.45 mm superior a su normal climática

Mayor exceso

Fuente: PISCO - SENAMHI, 2022

Cuadro N° 17. Percentiles de la estación meteorológica estación Satipo

Umbral de precipitación	Precipitación (mm)	Caracterización de lluvias extremas
PA/día > p99	PA/día > 71.9	Extremadamente lluvioso
p95 < PA/día ≤ p99	43.0 < PA/día ≤ 71.9	Muy lluvioso
p90 < PA/día ≤ p95	32.8 < PA/día ≤ 43.0	Lluvioso
p75 < PA/día ≤ p90	18.7 < PA/día ≤ 32.8	Moderadamente lluvioso

Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2022.

Dónde:

PA= Precipitación acumulada

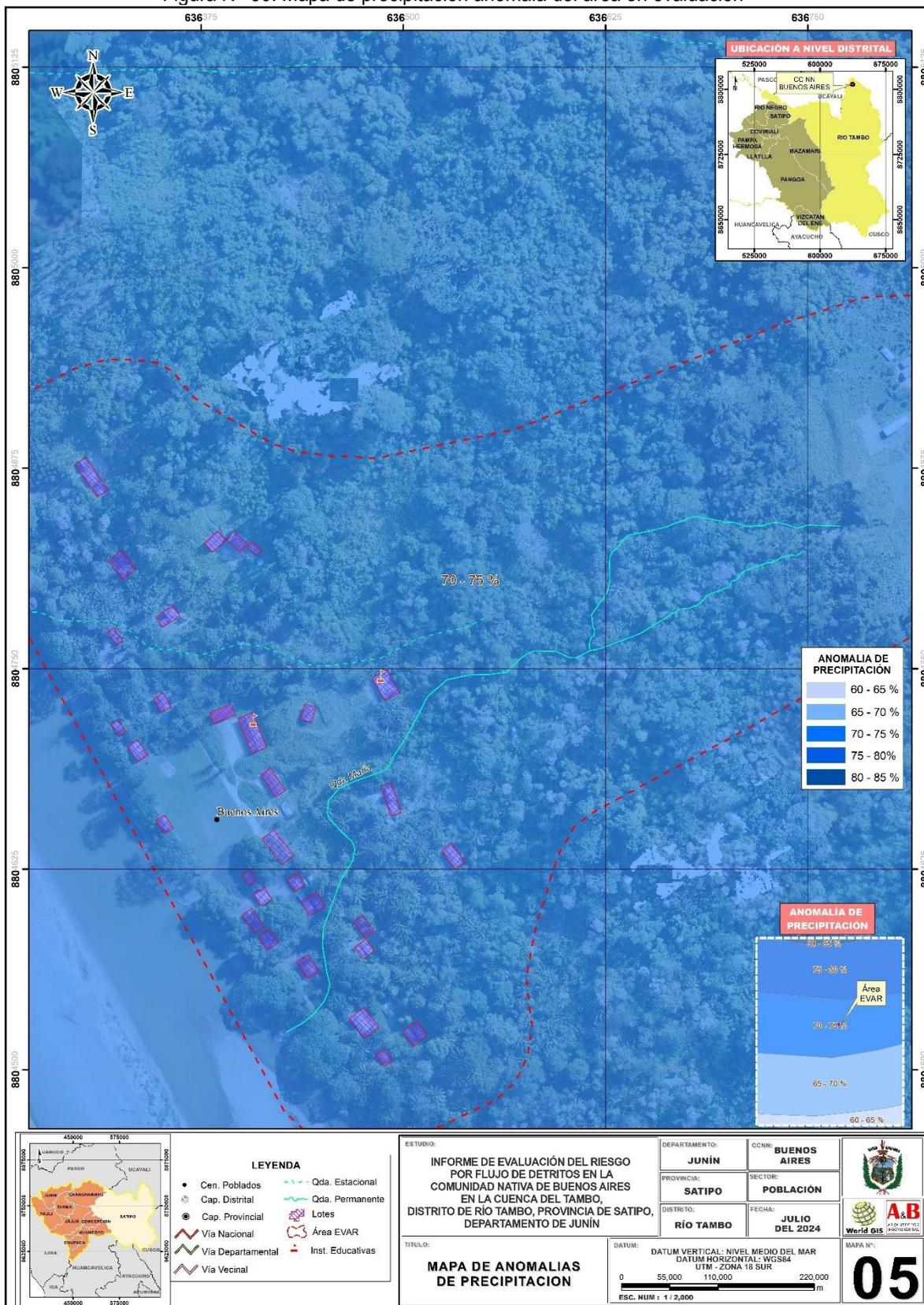
p75,90,95,99 = Percentiles

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 30: Mapa de precipitación anómala del área en evaluación



Fuente: Elaboración, equipo técnico

*Roosevelt Solano Peralta*  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

*Rebeca Jacinta Astete López*  
 ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



### 2.4.5 Caracterización de la unidad hidrográfica María (área de drenaje)

Para el desarrollo del estudio de evaluación del riesgo ante flujo de detritos en el poblado de Buenos Aires, es de vital importancia el análisis del comportamiento del caudal de la Qda. María, ya que esta quebrada recorre todo el poblado descargando sus aguas al río Tambo, siendo así el poblado de Buenos Aires susceptible a ser afectado por el arrastre de detritos por las avenidas máximas de dicha Qda.

En este sentido se requiere los caudales de avenidas máximas para la Qda. María; es así que para la Qda María se utilizó el registro histórico de la estación meteorológica de Satipo, una de las más cercanas a la zona de estudio y con registro histórico, posteriormente se analizaron y procesaron estos datos, a fin de hallar las máximas avenidas para distintos periodos de retorno para dicha unidad hidrográfica; en tal sentido a continuación se indica las características de la unidad hidrográfica María. (para mayor detalle ver Anexo 02).

– **Parámetros asociados a la forma**

Cuadro N° 018. Parámetros asociados a la forma - Qda. María

Parámetros asociados a la forma	Descripción	
Área (A)	0.25	km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	2.76	km
Longitud de la microcuenca (L)	1.03	km
Ancho de la microcuenca (B)	0.37	km
Orientación	Noreste	
Factor de forma de Horton (Kf)	0.24	
Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius (kc)	1.54	
Relación de elongación (Re)	0.55	

Fuente: Elaboración equipo técnico

– **Parámetros asociados al relieve**

Cuadro N° 019. Parámetros asociados al relieve - Qda. María

Parámetros asociados al relieve	Descripción	
Altura y elevación		
Cota mayor de la microcuenca (CM)	402.50	msnm
Cota menor de la microcuenca (Cm)	245.00	msnm
Elevación promedio del relieve	323.75	msnm
Pendiente (S)	0.23	m/m

Fuente: Elaboración equipo técnico

– **Parámetros asociados al perfil**

Cuadro N° 020. Parámetros asociados al perfil - Qda. María

Parámetros asociados al perfil	Descripción	
Cota mayor del cauce (CMc)	355.90	msnm
Cota menor del cauce (Cmc)	245.00	msnm
Pendiente promedio del cauce (S0)	0.19	m/m
Longitud de cauce principal (Lc)	590.93	m

Fuente: Elaboración equipo técnico

– **Parámetros asociados al drenaje**



Cuadro N° 021. Parámetros asociados al drenaje - Qda. María

Parámetros asociados al drenaje	Descripción	
Orden de los cauces	2.00	
Longitud de los cauces de orden uno (L1)	0.36	km
Densidad de drenaje (Dd)	3.77	Km/km <sup>2</sup>
Coefficiente de torrencialidad (Ct)	7.92	
Tiempo de concentración (Tc)	4.67	min
Lag time	2.80	min

Fuente: Equipo técnico

Después de caracterizar la unidad hidrográfica de la Qda María, se pasó a realizar los cálculos hidrológicos para obtener los caudales para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno, en tal sentido a continuación se indica algunos cálculos obtenidos (para mayor detalle ver Anexo 02).

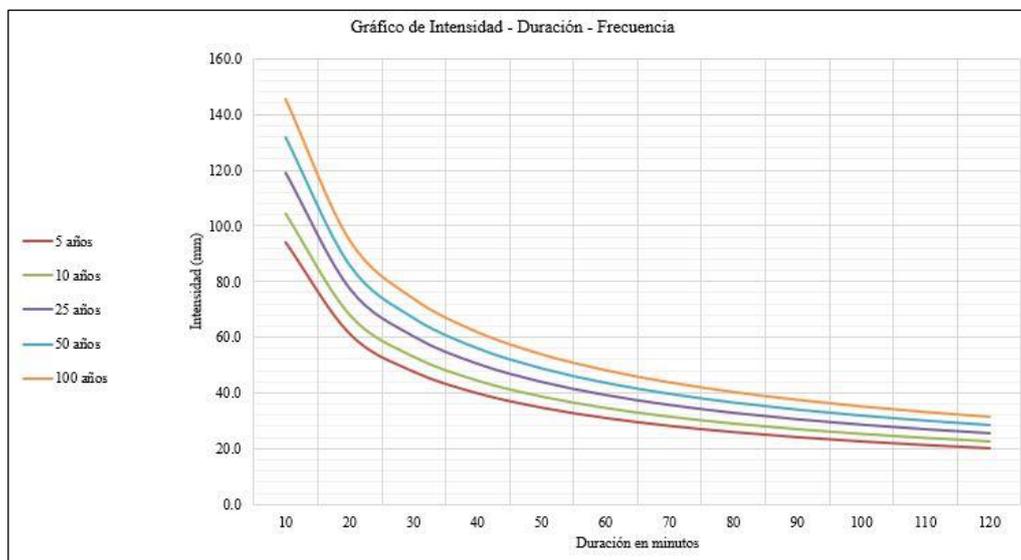
– **Curvas I – D – F**

Cuadro N° 22. Intensidades – duración – frecuencia.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
5	94.3	61.4	47.7	40.0	34.8	31.1	28.3	26.0	24.2	22.7	21.4	20.2
10	104.2	67.8	52.8	44.2	38.5	34.4	31.2	28.8	26.7	25.0	23.6	22.4
25	119.0	77.5	60.3	50.4	43.9	39.2	35.7	32.8	30.5	28.6	27.0	25.5
50	131.6	85.6	66.6	55.8	48.6	43.4	39.4	36.3	33.7	31.6	29.8	28.2
100	145.4	94.7	73.7	61.6	53.7	48.0	43.6	40.1	37.3	34.9	32.9	31.2

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 09. Curva intensidad – duración – frecuencia.



Fuente: Equipo técnico

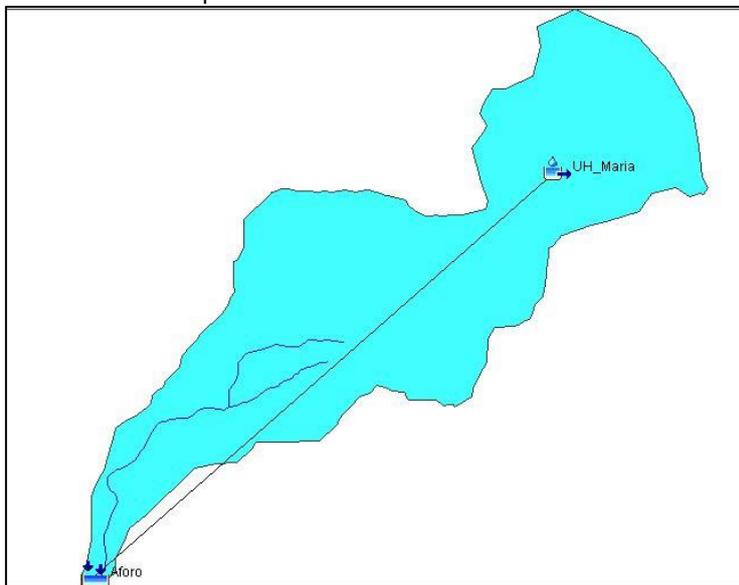
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

– **Esquema de modelamiento HEC - HMS**

La estimación del caudal máximo en la zona de estudio está en función a las especificaciones del modelo HEC-HMS, este modelo nos sirve para calcular los caudales para distintos periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años). (para mayor detalle ver Anexo 02).

Gráfico N° 010. Esquema de las microcuencas en el modelo HEC-HMS.



Fuente: Elaboración equipo técnico

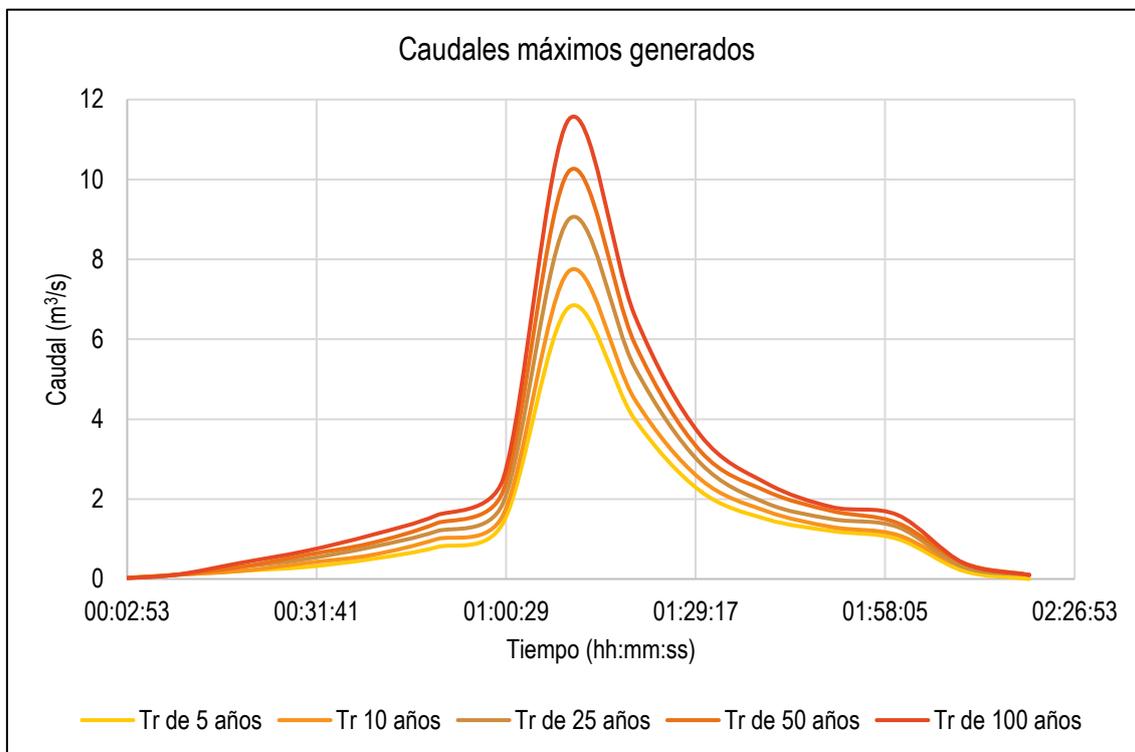
Cuadro N° 23. Comparación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Tiempo (H:m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)				
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
00:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:10:00	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
00:20:00	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
00:30:00	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
00:40:00	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
00:50:00	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
01:00:00	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5
01:10:00	6.8	7.7	9.0	10.2	11.5
01:20:00	4.0	4.5	5.3	5.9	6.6
01:30:00	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6
01:40:00	1.5	1.7	1.9	2.2	2.4
01:50:00	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8
02:00:00	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6
02:10:00	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
02:20:00	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Caudal máximo	6.80	7.70	9.00	10.20	11.50

Fuente: Equipo técnico

Complementariamente, en la siguiente figura se puede apreciar cómo es la variación del caudal máximo en los diferentes periodos de retorno analizados.

Gráfico N° 011. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno.



Fuente: Equipo técnico

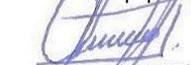
– **Caudales para diferentes periodos de retorno**

Finalmente, en el siguiente cuadro se resumen los caudales máximos de cada periodo de retorno, para la unidad hidrográfica de la Qda. María, en tal sentido, para la determinación de los parámetros del fenómeno de altura de flujo, se empleó el caudal para un periodo de retorno de 100 años.

Cuadro N° 24. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno, para la unidad hidrográfica de la Qda. María.

Periodo	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Q máx. (m³/s)	6.80	7.70	9.00	10.20	11.50

Fuente: Equipo técnico



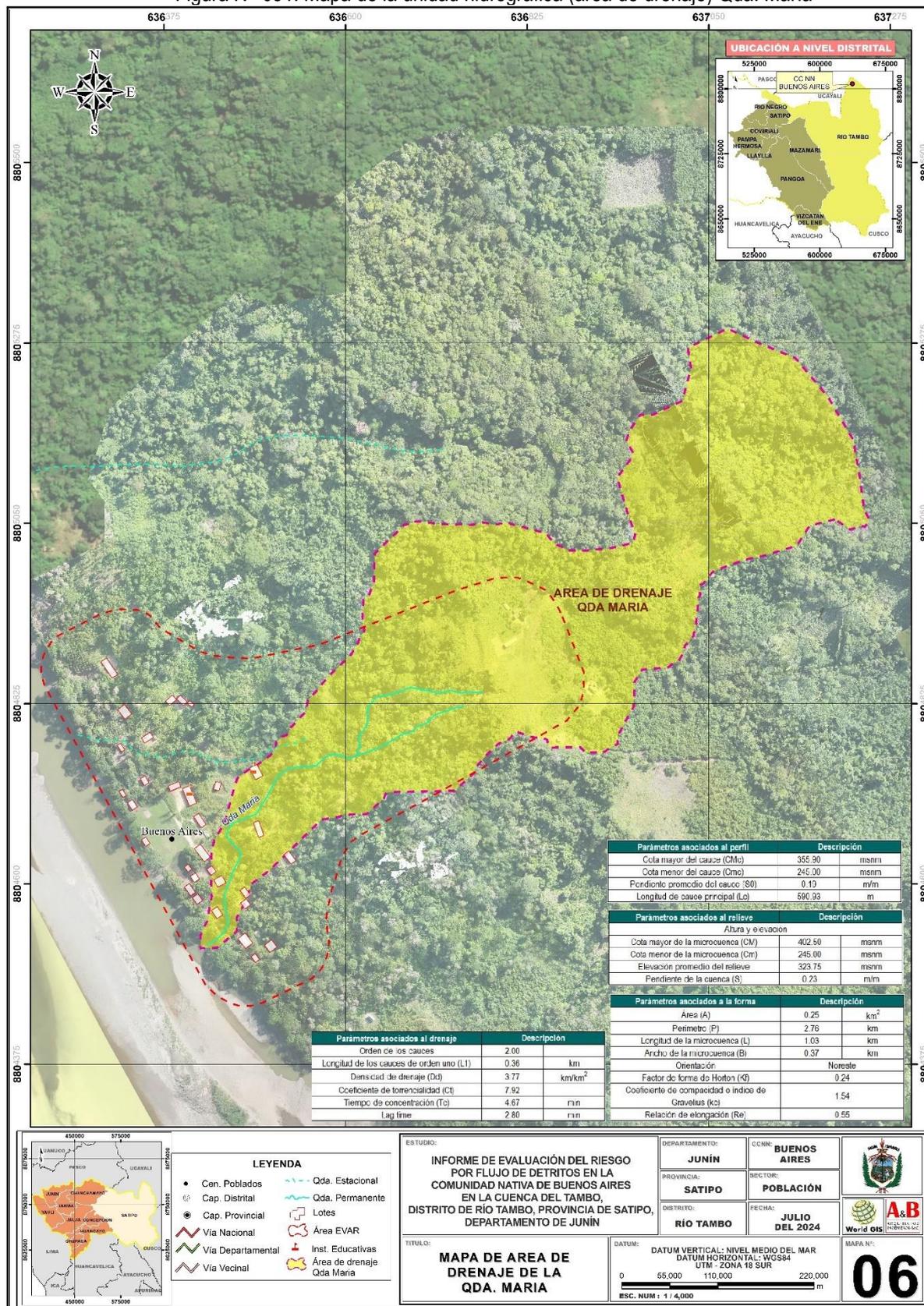
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 031. Mapa de la unidad hidrográfica (área de drenaje) Qda. María



Fuente: Elaboración, equipo técnico

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

#### 2.4.6 Hidrodinámica de la Qda María.

En el sistema hídrico de análisis se considera a la Qda. María. Sabiendo que, los regímenes de los ríos y quebradas dependen de las precipitaciones, todo año hídrico en el hemisferio sur se inicia en septiembre, si bien es cierto en la región natural de Omagua las precipitaciones están presentes casi durante todo el año, sin embargo, estas precipitaciones se acentúan con mayor intensidad por lo general desde enero hasta marzo. Los ríos y quebradas responden a las precipitaciones recién en enero, una vez que la cuenca (área de drenaje de la Qda. María) ya está saturada por la infiltración de las precipitaciones; entonces aumenta el nivel de agua en los cursos, pasadas las precipitaciones en abril el caudal disminuye paulatinamente al igual que el nivel, en mayo se deprime y finalmente en junio muestra el caudal más bajo, hasta fines de septiembre, cuando la quebrada empieza a crecer paulatinamente.

La Qda María, dentro del área en evaluación, presenta secciones irregulares con una pendiente moderada a fuerte, sin embargo, en su recorrido, desde la parte alta arrastra y acumula detritos en el sector de la población, ocasionando daños de consideración, tal como ocurrió el año 2019.

Figura N° 032. Imagen del cauce fluvial de la Qda. María



Fuente: Elaboración equipo técnico

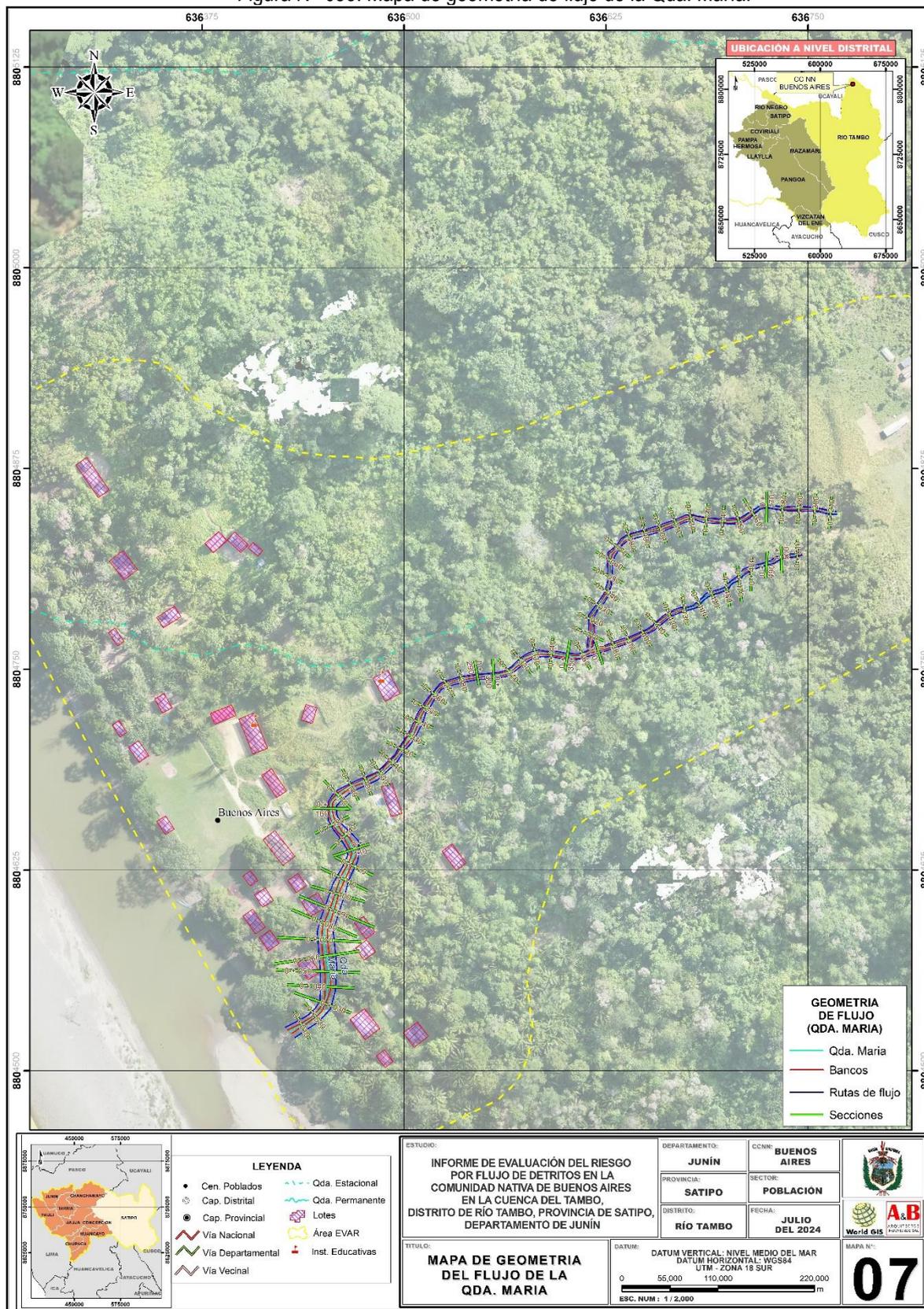
#### – Modelamiento para obtener los niveles de flujo

Para realizar la modelación hidráulica en la Qda María, se realizó un recorrido de la Qda en mención para la identificación de puntos de control e identificación de puntos críticos.

Se recopiló información del levantamiento topográfico realizado por parte del equipo técnico, dicho levantamiento sirve para determinar las curvas de nivel cada 1m, luego se empleó el Software Arc Map donde se construyó un TIN (Triángulo Irregular de Nodos) el cual servirá para incorporar la información del relieve a la geometría del río, posterior a ello con la extensión HEC – Geo RAS del Arc Map, se realizó la construcción de la geometría de la quebrada en evaluación, donde se generó las secciones, los bancos y las rutas de flujo. Esta geometría sirve de insumo para realizar la modelación hidráulica con el empleo del HEC – RAS.



Figura N° 033. Mapa de geometría de flujo de la Qda. María.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

*Roosevelt Solano Peralta*  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

*Rebeca Jacinta Astete López*  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Posterior a la generación de la geometría, toda la información fue exportada al Software HEC – RAS, donde se realizó el modelamiento hidráulico, para lo cual se requiere información de pendiente promedio del cauce, en este caso para el área en evaluación de la Qda María es de **0.18**, también se requiere los caudales calculados para un periodo de retorno de 100 años y el coeficiente de rugosidad de Manning (n).

Cuadro N° 25. Caudales máximos para modelamiento

UH	Qda. María
Periodo	100 años
Q máx. (m³/s)	11.5

Fuente: Elaboración equipo técnico.

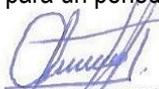
Cuadro N° 26. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)

UH	Tramo	(n)
Qda. María	0 + 000.00 – 0 + 510.00	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Posterior a la incorporación de los datos mencionados anteriormente, se realizó propiamente dicho el modelamiento hidráulico, obteniendo los valores de altura de flujo para cada sección, para el caudal propuesto.

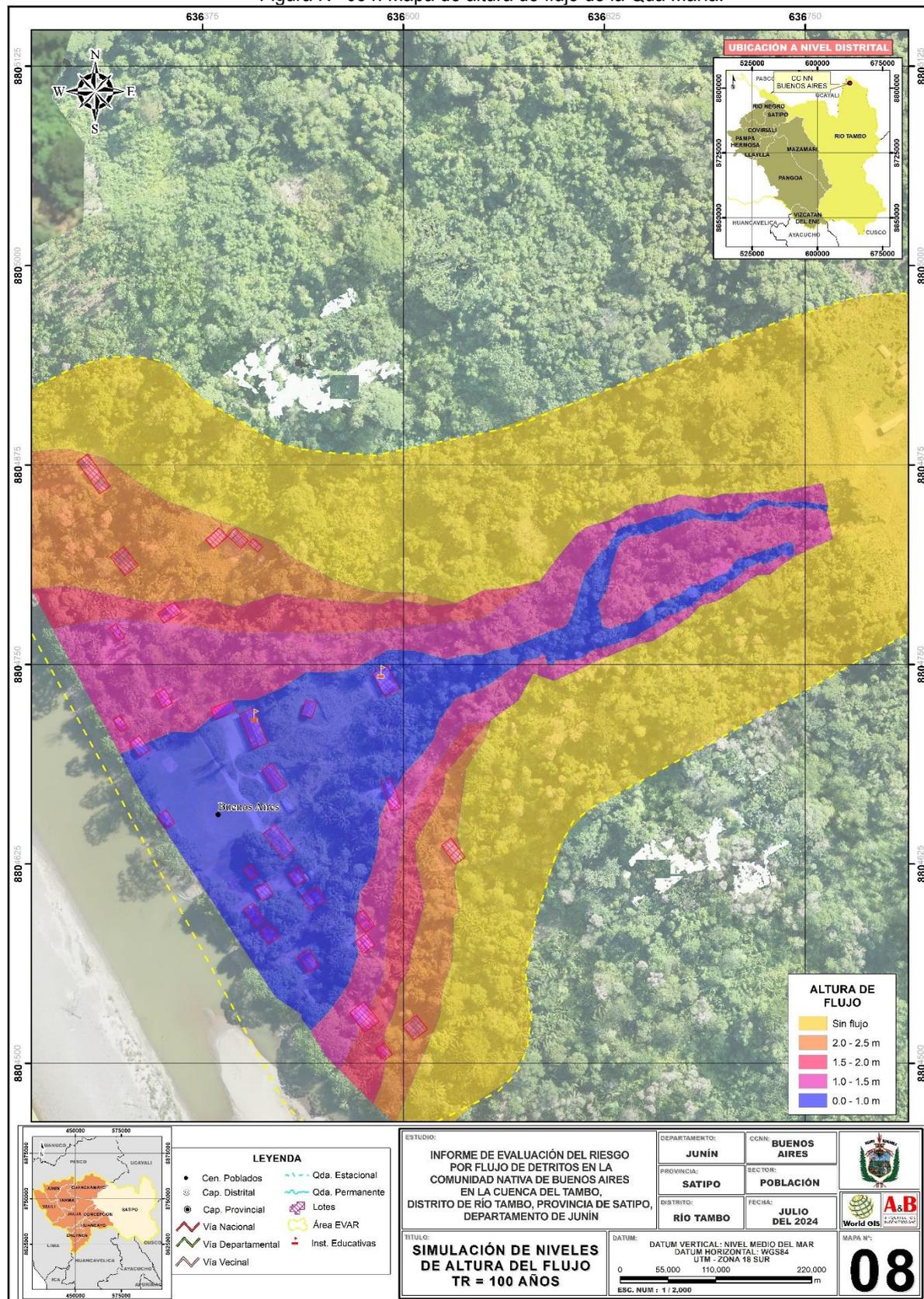
Finalmente, toda la información generada en el HEC – RAS, será importada en el Arc Map mediante su extensión HEC – GeoRAS, con el cual se generará los raster de altura y velocidad de flujo, sin embargo, para el peligro identificado se empleará solamente altura de flujo, en este caso para el análisis del peligro por flujo de detritos y se utilizará el raster generado a partir del caudal para un periodo de retorno de 100 años.

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

  
 ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRD-J



Figura N° 034. Mapa de altura de flujo de la Qda María.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

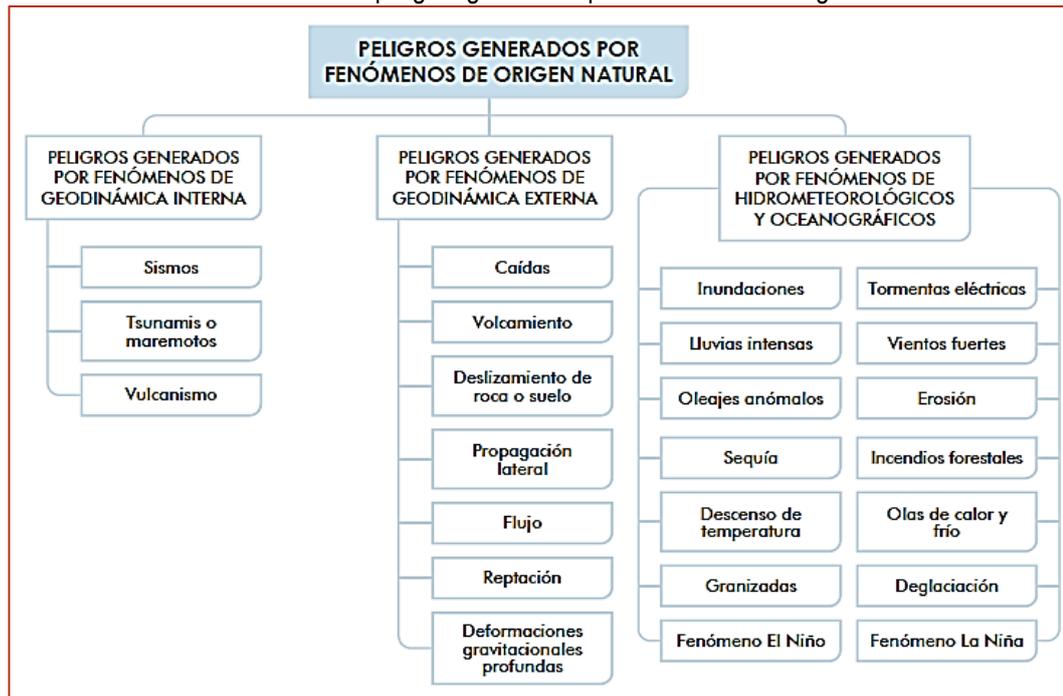
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

## CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un modelo del Peligro más significativo o más recurrente de acuerdo a las características físicas y las afectaciones producidas en el área de evaluación.

En tal sentido, para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un peligro natural de origen Geodinámica Externa, de tipo Flujo de Detritos.

Gráfico N° 012: Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural



Fuente: CENEPRED

### 3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

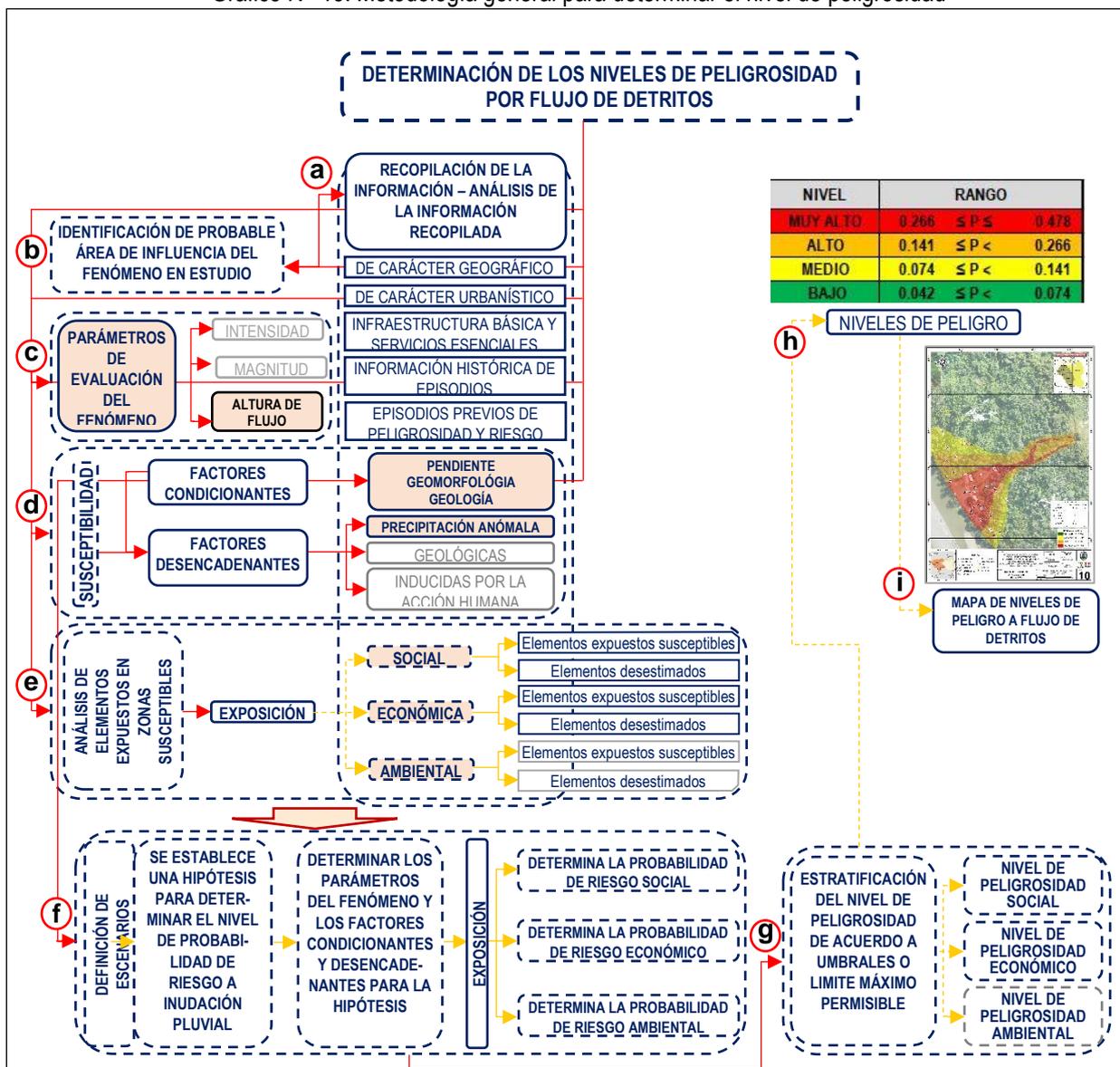
Para determinar el nivel de peligro por flujo de detritos para el área de evaluación de la Comunidad Nativa de Buenos Aires del distrito de Río Tambo, se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR del 2014 en su versión 2, para ello, se consideró el parámetro de evaluación de altura del flujo, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes (unidades de pendiente, unidades geomorfológicas y unidades geológicas) y como factor desencadenantes (anomalías de precipitación) y los elementos expuestos (población, viviendas, instituciones educativas, áreas de cultivo, captaciones de agua y reservorio de agua) con sus correspondientes descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY (CENEPRED, 2015).

En tal sentido, a continuación, se muestra el procedimiento en el siguiente gráfico esquemático:

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

Gráfico N° 13: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad

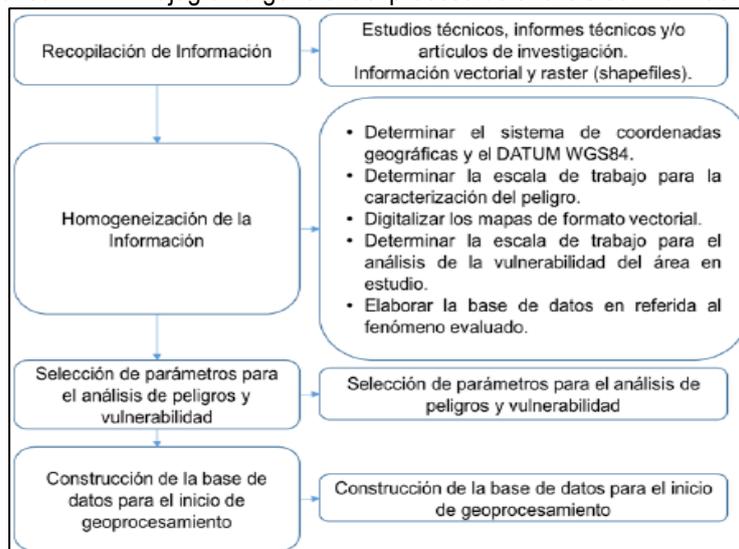


Fuente: elaboración propia, adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

### 3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible, tales como: estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INDECI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del área en evaluación; esta información recopilada nos sirve para realizar el trabajo de campo, en base a ello se realizó la caracterización climática y determinar las unidades de geología y geomorfología a una escala local; también se realizó el levantamiento topográfico con el empleo de un DRONE, también se realizó los cálculos hidrológicos y de caudales para distintos periodos de retorno para la quebrada María, de esta manera se realizó la simulación hidráulica, a nivel del área de evaluación obteniéndose así los parámetros de altura de flujo.

Gráfico N° 14: Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Identificación y caracterización del peligro

En base al levantamiento de información en campo, se delimito el área EVAR, el cual está conformado por toda la vertiente aluvial y terraza aluvial lugar donde se asienta la población de Buenos Aires; es así que de acuerdo a las condiciones de susceptibilidad del área EVAR y los antecedentes registrados se determinó el peligro por flujo de detritos, este peligro originado por el arrastre de detritos por las avenidas máximas de la Qda María, muestra niveles de peligro Alto y Muy Alto, debido a que el área EVAR geomorfológicamente lo compone toda la vertiente aluvial, asentado sobre depósitos de tipo proluviales, el cual se muestra con una topografía ondulada formada por detritos acumulados de eventos pasados transportados por el cauce de la Qda María.

Figura N° 035. Qda María, parte alta



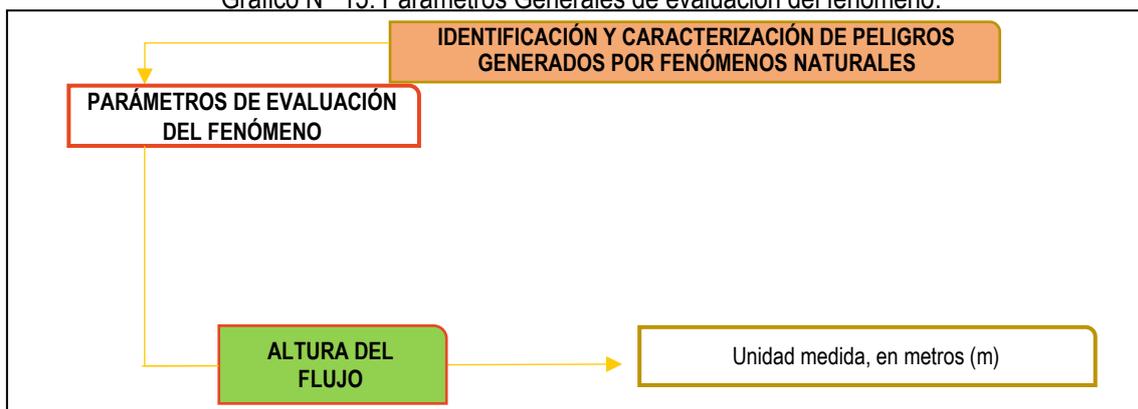
Fuente: Equipo técnico.

### 3.4 Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación, es la manifestación de la amenaza sobre el área de influencia del peligro evaluado y que ha sido originado por la magnitud del factor desencadenante, el cual representa la intensidad del evento. Cabe mencionar que los parámetros de evaluación deben considerarse como unidades cartografiables, ya que permiten caracterizar la intensidad con que un peligro afecta un área geográfica determinada.

En tal sentido, debido a que nuestro estudio esta referido a flujo de detritos, se ha considerado al parámetro de evaluación a la ALTURA DEL FLUJO de un caudal máximo con un periodo de retorno de 100 años (intensidad de un peligro en su área de influencia).

Gráfico N° 15: Parámetros Generales de evaluación del fenómeno.



Fuente: Elaboración propia en base al Manual del CENEPRE

#### a) Parámetro: Altura del flujo

Cuadro N° 27: Descriptores del parámetro altura del flujo

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Altura del flujo	AF1	5	0.0 - 1.0 m
	AF2		1.0 - 1.5 m
	AF3		1.5 - 2.0 m
	AF4		2.0 - 2.5 m
	AF5		Sin flujo

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 28: Matriz de comparación de pares del parámetro altura del flujo

Altura del flujo	0.0 - 1.0 m	1.0 - 1.5 m	1.5 - 2.0 m	2.0 - 2.5 m	Sin flujo
0.0 - 1.0 m	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
1.0 - 1.5 m	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
1.5 - 2.0 m	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
2.0 - 2.5 m	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Sin flujo	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 29: Matriz de normalización del parámetro altura del flujo

Altura del flujo	0.0 - 1.0 m	1.0 - 1.5 m	1.5 - 2.0 m	2.0 - 2.5 m	Sin flujo	Vector de Priorización
0.0 - 1.0 m	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
1.0 - 1.5 m	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
1.5 - 2.0 m	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
2.0 - 2.5 m	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
Sin flujo	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de altura del flujo

<b>IC</b>	0.012
<b>RC</b>	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Susceptibilidad del territorio

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición de que un evento suceda u ocurra sobre un determinado ámbito geográfico, en este caso se evaluó la susceptibilidad para el área EVAR, teniendo en cuenta a los factores condicionantes y desencadenantes.

Entonces de acuerdo al análisis para el área geográfica en evaluación, se determinó la susceptibilidad en base a factores condicionantes tales como la pendiente del territorio, unidades geológicas y unidades geomorfológicas; el factor desencadenante en este caso las anomalías de precipitación, a continuación, se indica el proceso metodológico de análisis jerárquico mediante la metodología de matriz de Saaty, de acuerdo a sus parámetros y descriptores

Cuadro N° 31: Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor desencadenante	Factor condicionante
Anomalías de precipitación (mm)	Und. Geológicas
	Und. Geomorfológicas
	Und. Pendiente

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.1 Análisis del factor desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



**a) Parámetro: Anomalía de precipitación**

Cuadro N° 32: Descriptores del parámetro anomalías de precipitación

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores	
Anomalía de Precipitación	PP1	5	167.3 - 184.3 mm	superior a su normal climática
	PP2		155.4 - 167.3 mm	superior a su normal climática
	PP3		143.4 - 155.4 mm	superior a su normal climática
	PP4		131.5 - 143.4 mm	superior a su normal climática
	PP5		119.5 - 131.5 mm	superior a su normal climática

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 33: Matriz de comparación de pares del parámetro anomalías de precipitación

Anomalía de Precipitación	167.3 - 184.3 mm	155.4 - 167.3 mm	143.4 - 155.4 mm	131.5 - 143.4 mm	119.5 - 131.5 mm
167.3 - 184.3 mm	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
155.4 - 167.3 mm	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
143.4 - 155.4 mm	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
131.5 - 143.4 mm	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
119.5 - 131.5 mm	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 34: Matriz de normalización del parámetro anomalías de precipitación

Anomalía de Precipitación	167.3 - 184.3 mm	155.4 - 167.3 mm	143.4 - 155.4 mm	131.5 - 143.4 mm	119.5 - 131.5 mm	Vector priorización
167.3 - 184.3 mm	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
155.4 - 167.3 mm	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
143.4 - 155.4 mm	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
131.5 - 143.4 mm	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
119.5 - 131.5 mm	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 35: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro anomalías de precipitación

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia



### 3.5.2 Análisis del factor condicionante

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

#### a) Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro N° 36: Descriptores del parámetro unidades geológicas

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Unidades geológicas	UG1	5	Depósitos fluviales
	UG2		Depósitos proluviales
	UG3		Depósitos aluviales
	UG4		Formación Ucayali
	UG5		Depósitos deluviales

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 37: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales	Depósitos proluviales	Depósitos aluviales	Formación Ucayali	Depósitos deluviales
Depósitos fluviales	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Depósitos proluviales	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Depósitos aluviales	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Formación Ucayali	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Depósitos deluviales	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 38: Matriz de normalización del parámetro unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales	Depósitos proluviales	Depósitos aluviales	Formación Ucayali	Depósitos fluviales	Vector priorización
Depósitos fluviales	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
Depósitos proluviales	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
Depósitos aluviales	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
Formación Ucayali	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
Depósitos deluviales	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geológicas

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia



**b) Parámetro: Unidades geomorfológicas**

Cuadro N° 40: Descriptores del parámetro unidades geomorfológicas

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
<b>Unidades geomorfológicas</b>	<b>UGE1</b>	<b>5</b>	Cauce fluvial aluvial
	<b>UGE2</b>		Vertiente aluvial
	<b>UGE3</b>		Terraza aluvial
	<b>UGE4</b>		Laderas de montaña
	<b>UGE5</b>		Terraza coluvio - deluvial

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 41: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Cauce fluvial aluvial	Vertiente aluvial	Terraza aluvial	Laderas de montaña	Terraza coluvio - deluvial
Cauce fluvial aluvial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vertiente aluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Laderas de montaña	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Terraza coluvio - deluvial	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 42: Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Cauce fluvial aluvial	Vertiente aluvial	Terraza aluvial	Laderas de montaña	Terraza coluvio - deluvial	Vector Priorización
Cauce fluvial aluvial	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Vertiente aluvial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Terraza aluvial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Laderas de montaña	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Terraza coluvio - deluvial	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 43: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geomorfológicas

<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia



**c) Parámetro: Unidades de pendiente**

Cuadro N° 44: Descriptores del parámetro unidades de pendiente

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Unidades de pendiente	PE1	5	> 45°
	PE2		25 - 45°
	PE3		15 - 25°
	PE4		5 - 15°
	PE5		< 5°

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades de pendiente

Unidades de pendiente	> 45°	25 - 45°	15 - 25°	5 - 15°	< 5°
> 45°	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
25 - 45°	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
15 - 25°	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
5 - 15°	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
< 5°	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 46: Matriz de normalización del parámetro unidades de pendiente

Unidades de pendiente	> 45°	25 - 45°	15 - 25°	5 - 15°	< 5°	Vector priorización
> 45°	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
25 - 45°	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
15 - 25°	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
5 - 15°	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
< 5°	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades de pendiente

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

**d) Análisis de los parámetros del factor condicionante**



Cuadro N° 48: Parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Simbología	Peso
Und. Geológicas	UG	<b>0.633</b>
Und. Geomorfológicas	UGE	<b>0.260</b>
Und. de Pendiente	PE	<b>0.106</b>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 49: Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Und. Geológicas	Und. Geomorfológicas	Und. de Pendiente
Und. Geológicas	1.00	3.00	5.00
Und. Geomorfológicas	0.33	1.00	3.00
Und. De Pendiente	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 50: Matriz de normalización de los parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Und. Geológicas	Und. Geomorfológicas	Und. de Pendiente	Vector Priorización
Und. Geológicas	0.652	0.692	0.556	<b>0.633</b>
Und. Geomorfológicas	0.217	0.231	0.333	<b>0.260</b>
Und. de Pendiente	0.130	0.077	0.111	<b>0.106</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro utilizado para el factor condicionante

IC	0.019
RC	<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia

### e) Análisis de ponderación

Cuadro N° 52: Análisis de ponderación

MATRIZ DE PELIGRO			
Parámetro de evaluación	Factores de Susceptibilidad		
<b>0.60</b>	<b>0.40</b>		
Altura del flujo 1.00	Factores condicionantes 0.40		Factores desencadenantes 0.60
	Unidades geológicas	0.633	Anomalía de precipitación 1.00
	Unidades geomorfológicas	0.260	
	Unidades de pendiente	0.106	

Fuente: Elaboración propia



### 3.6 Definición del escenario

Se ha considerado pertinente establecer el escenario muy alto, a partir de los mayores umbrales de precipitación registrados en el área de evaluación; "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9– percentil 99) con una precipitación anómala de hasta 167.3 – 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 0.00 a 1.00 m, ubicados en formaciones geomorfológicas de vertiente aluvial y cauce aluvial, correspondiente a depósitos proluviales, pudiendo generar pérdidas de vidas humanas, áreas de cultivo, animales de crianza, viviendas e instituciones educativas.

### 3.7 Análisis de los elementos expuestos

Para identificar los elementos expuestos, se consideró todo elemento dentro del área de evaluación o área de influencia del peligro.

#### a) Población

Se consideró a toda la población dentro del área de evaluación

Cuadro N° 53: Población expuesta

Poblado	Total	Población	
		Varones	Mujeres
Buenos Aires	134	72	62
%	100%	53.00 %	47.00 %

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### b) Instituciones educativas

Cuadro N° 54. Instituciones educativas

N°	Institución Educativa	Nivel	Lugar
1	I.E. N° 30001 - 38	Primaria	Buenos Aires
2	I.E. N° 1736	Inicial	Buenos Aires

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### c) Áreas de cultivo

Cuadro N° 55: Áreas de cultivo

Poblado	Cultivo	Sup (ha)
Buenos Aires	Frutales	1.92
<b>TOTAL</b>		<b>1.92</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### d) Otros

Cuadro N° 56: Infraestructura expuesta

Infraestructura	Condición	Unidad de medida
Captación de agua	Mal estado	2 Und
Reservorio de agua	Mal estado	1 Und

Fuente: Elaboración equipo técnico

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

Figura N° 036. Institución educativa



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura N° 037. Viviendas



Fuente: Elaboración equipo técnico

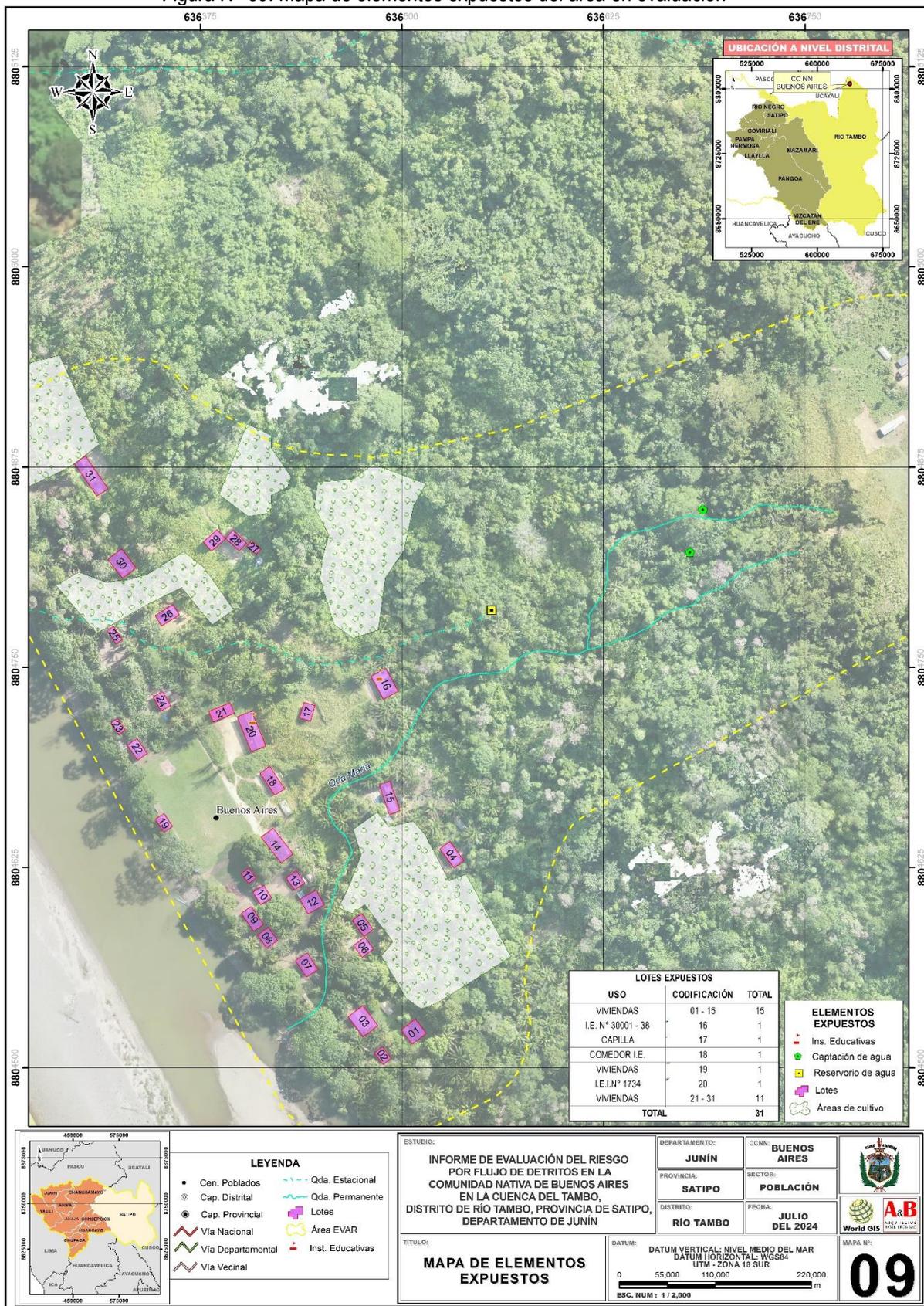
Figura N° 038. Reservorio de agua



Fuente: Elaboración equipo técnico



Figura N° 39: Mapa de elementos expuestos del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.

*Ing. Roosevelt Solano Peralta*  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

*ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ*  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

### 3.8 Ponderación del peligro

Finalmente, la determinación de los niveles de peligro por flujo de detritos, se realiza sumando el resultado de la multiplicación del valor del fenómeno y de la susceptibilidad por el peso de ambos.

Cuadro N° 57: Cálculo de susceptibilidad y parámetros de evaluación

FACTORES CONDICIONANTES (FC) 0.40				FACTOR DESENCADENANTE (FD) 0.60	SUSCEPTIBILIDAD (S) 0.40	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL FENÓMENO 0.60	PELIGRO (P)
UNIDADES GEOLÓGICAS 0.633	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 0.260	UNIDADES DE PENDIENTE 0.106	VALOR FC	ANOMALIA DE PRECIPITACIÓN (mm)	(FC)x(p)+(FD)x(p)	ALTURA DE FLUJO (m)	VALOR DEL PELIGRO
0.468	0.503	0.468	0.477	0.503	0.493	0.468	0.478
0.268	0.260	0.268	0.266	0.260	0.263	0.268	0.266
0.144	0.134	0.144	0.141	0.134	0.137	0.144	0.141
0.076	0.068	0.076	0.074	0.068	0.070	0.076	0.074
0.044	0.035	0.044	0.042	0.035	0.038	0.044	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 58: Cálculo de peligro

Susceptibilidad (S)	Parámetros de evaluación del fenómeno (PE)	Peligro (P)
0.40	0.60	
Susceptibilidad	Altura de flujo (m) Velocidad de flujo (m/s)	Valor del peligro
0.493	0.468	0.478
0.263	0.268	0.266
0.137	0.144	0.141
0.070	0.076	0.074
0.038	0.044	0.042

Fuente: Elaboración propia

### 3.9 Estratificación del nivel de peligro

En la siguiente Cuadro se muestra la estratificación de la matriz de peligro obtenido:

Cuadro N° 59: Estratificación del peligro a flujo de detritos

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 0.0 – 0.1 m; geológicamente conformada por depósitos fluviales; asentados sobre una unidad geomorfológica de cauce fluvial aluvial; con pendientes escarpadas > a 45°.	0.266 ≤ P ≤ 0.478



<b>ALTO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 1.0 – 1.5 m; geológicamente conformada por depósitos proluviales; asentados sobre una unidad geomorfológica de vertiente aluvial; con pendiente muy fuerte de 25° - 45°.	<b>0.141 ≤ P &lt; 0.266</b>
<b>MEDIO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 1.5 – 2.0 m; geológicamente conformada por depósitos aluviales; asentados en una unidad geomorfológica de terraza aluvial; con pendiente fuerte de 15° - 25°.	<b>0.074 ≤ P &lt; 0.141</b>
<b>BAJO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 2.0 - 2.5 m o sin flujo; geológicamente conformada por la Formación Ucayali y depósitos deluviales; asentados en una unidad geomorfológica de laderas de montaña y terraza coluvio - deluvial; con pendiente moderada de 5° - 15° y con pendiente suave y/o terrenos llanos < 5°.	<b>0.042 ≤ P &lt; 0.074</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10 Niveles del peligro

En el siguiente cuadro se muestra los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro N° 60: Niveles de peligro

Nivel	Rango		
<b>MUY ALTO</b>	<b>0.266</b>	<b>≤ P ≤</b>	<b>0.478</b>
<b>ALTO</b>	<b>0.141</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.266</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0.074</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.141</b>
<b>BAJO</b>	<b>0.042</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.074</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.11 Mapa de peligro

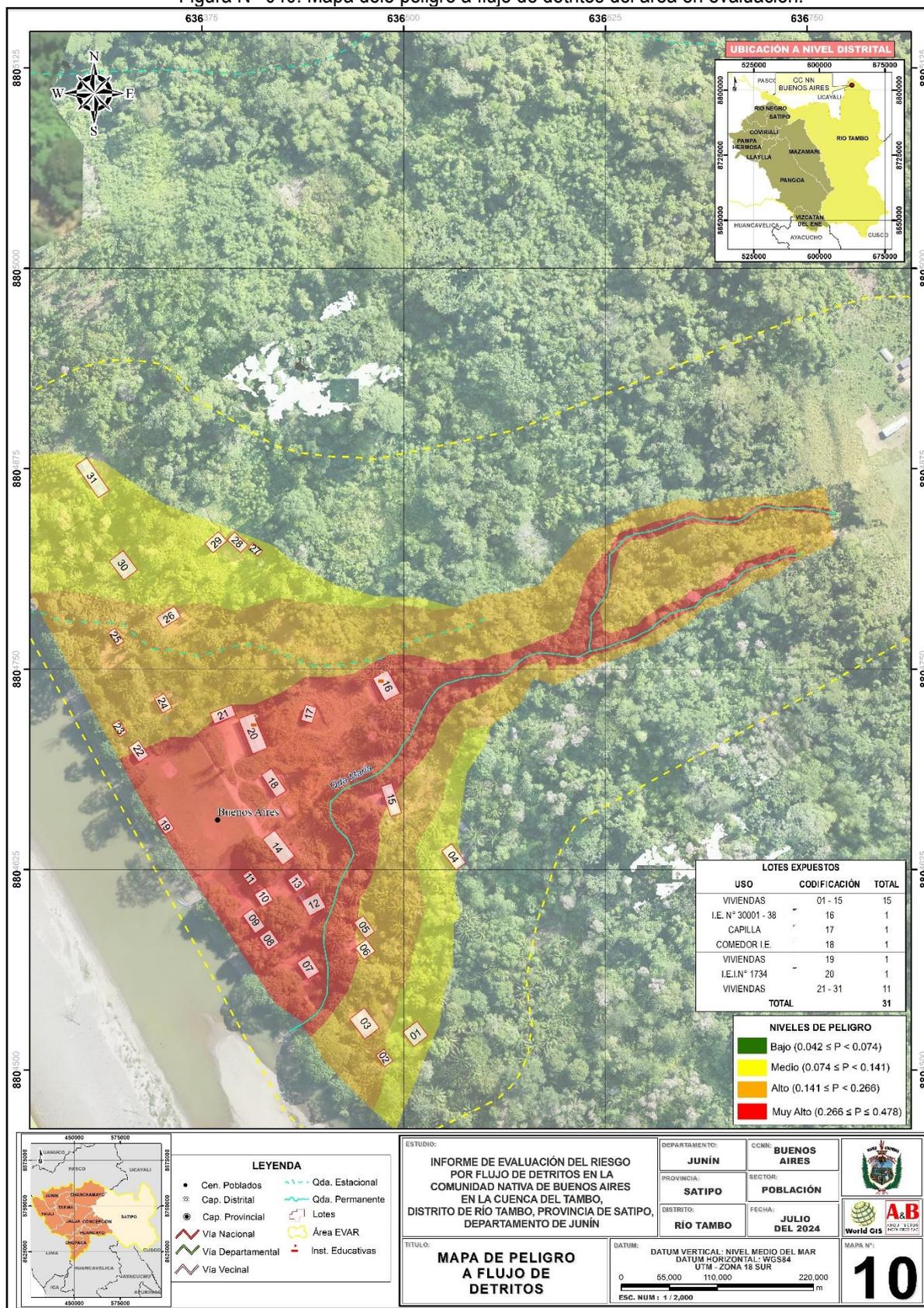
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 040. Mapa de peligro a flujo de detritos del área en evaluación.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

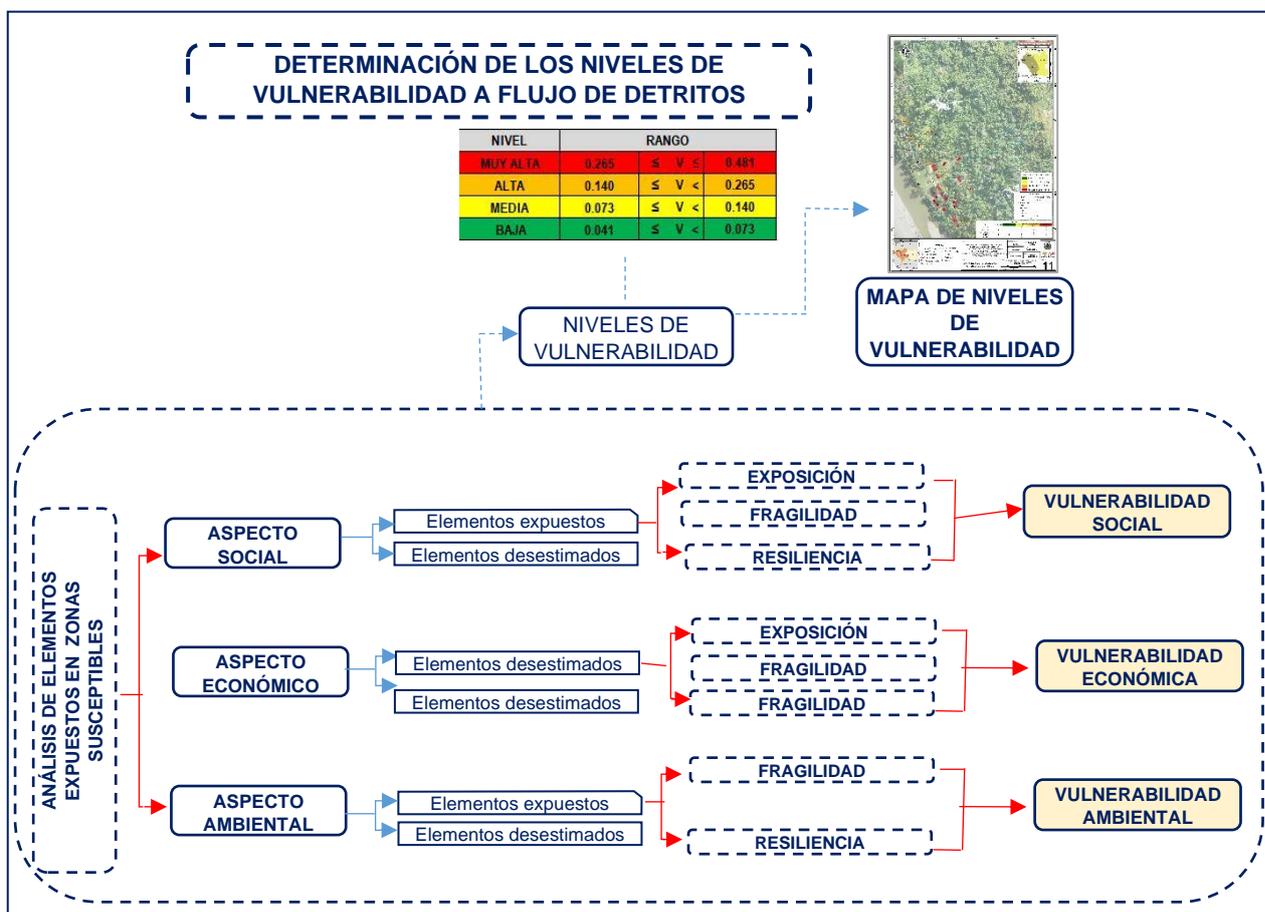
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRD-J

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

### 4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. En tal sentido para el análisis de la vulnerabilidad para el área en evaluación, se tendrá en cuenta su exposición, fragilidad y resiliencia tanto en la dimensión social, económico y ambiental. Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el gráfico:

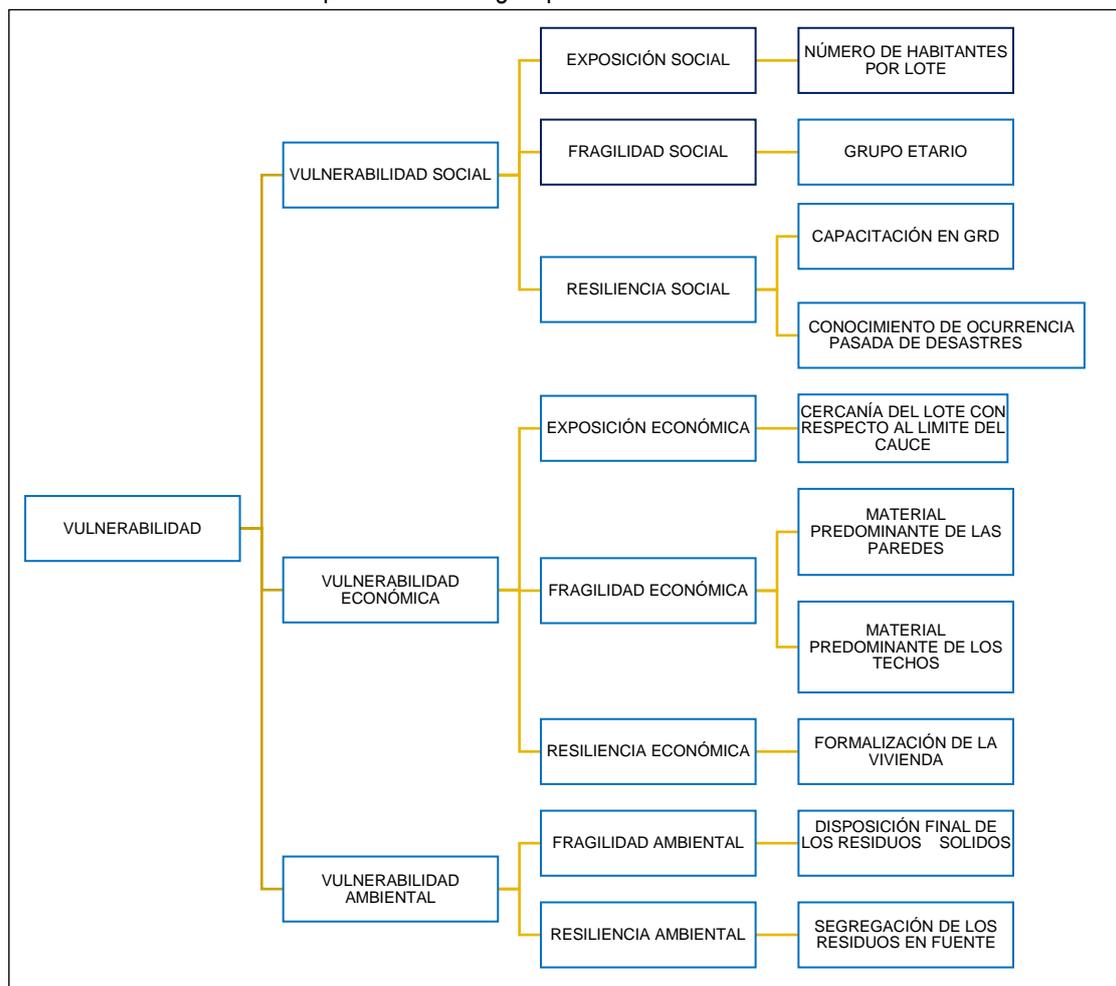
Gráfico N° 16: Metodología para determinar el Nivel de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración equipo técnico, adaptado en base al manual de EVAR 2v, CENEPRED

Para determinar los niveles de vulnerabilidad para el área en evaluación, se ha considerado realizar el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental, utilizando los parámetros de evaluación según detalle en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 17: Esquema metodológico para determinar el Nivel de Vulnerabilidad

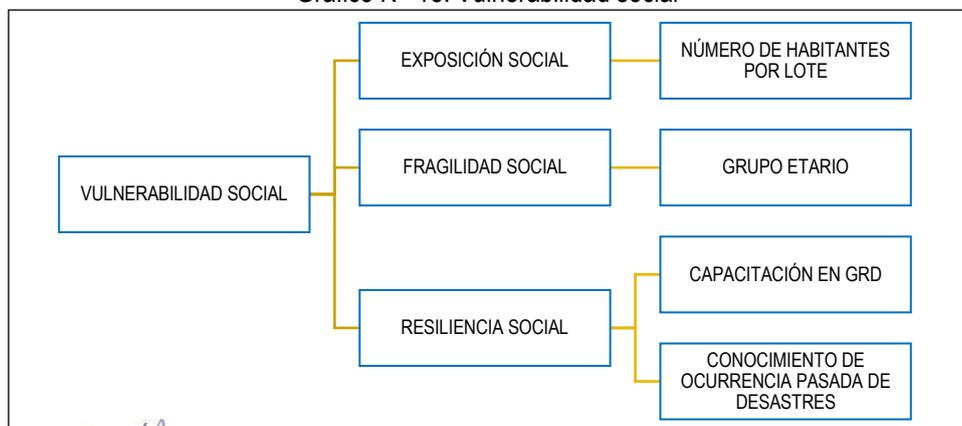


Fuente: Elaboración equipo técnico.

#### 4.2 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las cualidades y características de los pobladores y su medio, en referencia al peligro. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia.

Gráfico N° 18: Vulnerabilidad social



Fuente: Elaboración equipo técnico.



#### 4.2.1 Análisis de la exposición social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 61: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Exposición social	NH	1	Número de habitantes por lote	1.0

Fuente: Elaboración equipo técnico

##### a) Parámetro: Número de habitantes por lote

Cuadro N° 62: Descriptores del parámetro número de habitantes por lote

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Número de habitantes por lote	NH1	5	≥ 9 habitantes
	NH2		Entre 7 y 8 habitantes
	NH3		Entre 5 y 6 habitantes
	NH4		Entre 3 y 4 habitantes
	NH5		≤ 2 habitantes

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 63: Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes por lote

Número de habitantes por lote	NH1: ≥ 9 habitantes	NH2: Entre 7 y 8 habitantes	NH3: Entre 5 y 6 habitantes	NH4: Entre 3 y 4 habitantes	NH5: ≤ 2 habitantes
NH1: ≥ 9 habitantes	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
NH2: Entre 7 y 8 habitantes	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
NH3: Entre 5 y 6 habitantes	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
NH4: Entre 3 y 4 habitantes	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
NH5: ≤ 2 habitantes	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 64: Matriz de normalización del parámetro número de habitantes por lote

Número de habitantes por lote	NH1: ≥ 9 habitantes	NH2: Entre 7 y 8 habitantes	NH3: Entre 5 y 6 habitantes	NH4: Entre 3 y 4 habitantes	NH5: ≤ 2 habitantes	Vector priorización
NH1: ≥ 9 habitantes	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
NH2: Entre 7 y 8 habitantes	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
NH3: Entre 5 y 6 habitantes	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
NH4: Entre 3 y 4 habitantes	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
NH5: ≤ 2 habitantes	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 65: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro número de habitantes por lote

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.2.2 Análisis de la fragilidad social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 66: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia social	<b>GE</b>	<b>1</b>	Grupo etario	<b>1.000</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

##### a) Parámetro: Grupo etario

Cuadro N° 67: Descriptores del parámetro grupo etario

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Grupo etario	<b>GE1</b>	<b>5</b>	< 5 años y > 65 años
	<b>GE2</b>		De 5 a 14 años
	<b>GE3</b>		De 45 a 64 años
	<b>GE4</b>		De 15 a 29 años
	<b>GE5</b>		De 30 a 44 años

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 68: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario

Grupo etario	GE1: < 5 años y > 65 años	GE2: De 5 a 15 años	GE3: De 45 a 64 años	GE4: De 15 a 29 años	GE5: De 30 a 44 años
GE1: < 5 años y > 65 años	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
GE2: De 5 a 15 años	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
GE3: De 45 a 64 años	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
GE4: De 15 a 29 años	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
GE5: De 30 a 44 años	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 69: Matriz de normalización del parámetro grupo etario

Grupo etario	GE1: < 5 años y > 65 años	GE2: De 5 a 15 años	GE3: De 45 a 64 años	GE4: De 15 a 29 años	GE5: De 30 a 44 años	Vector priorización
GE1: < 5 años y > 65 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
GE2: De 5 a 15 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
GE3: De 45 a 64 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
GE4: De 15 a 29 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
GE5: De 30 a 44 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 70: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro grupo etario

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.2.3 Análisis de la resiliencia social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 71: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia social	CR	2	Capacitación en GRD	<b>0.5</b>
	CO		Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	<b>0.5</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

##### a) Parámetro: Capacitación en GRD

Cuadro N° 72: Descriptores del parámetro capacitación en GRD

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Capacitación en GRD	CR1	5	Nunca
	CR2		hace 5 años
	CR3		hace 3 años
	CR4		hace 2 años
	CR5		hace 1 año

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 73: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	CR1: Nunca	CR2: hace 5 años	CR3: hace 3 años	CR4: hace 2 años	CR5: hace 1 año
CR1: Nunca	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
CR2: hace 5 años	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
CR3: hace 3 años	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
CR4: hace 2 años	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
CR5: hace 1 año	0.13	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 74: Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	CR1: Nunca	CR2: hace 5 años	CR3: hace 3 años	CR4: hace 2 años	CR5: hace 1 año	Vector priorización
CR1: Nunca	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
CR2: hace 5 años	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
CR3: hace 3 años	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
CR4: hace 2 años	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
CR5: hace 1 año	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 75: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro capacitación en GRD

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

**b) Parámetro: Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres**

Cuadro N° 76: Descriptores del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1	5	Sin conocimiento
	CO2		Conocimiento erróneo
	CO3		Conocimiento limitado
	CO4		Con conocimiento, pero sin interés
	CO5		Con conocimiento

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 77: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de d.

Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1: Sin conocimiento	CO2: Conocimiento erróneo	CO3: Conocimiento limitado	CO4: Con conocimiento, pero sin interés	CO5: Con conocimiento
CO1: Sin conocimiento	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
CO2: Conocimiento erróneo	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
CO3: Conocimiento limitado	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
CO4: Con conocimiento, pero sin interés	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
CO5: Con conocimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 78: Matriz de normalización del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1: Sin conocimiento	CO2: Conocimiento erróneo	CO3: Conocimiento limitado	CO4: Con conocimiento, pero sin interés	CO5: Con conocimiento	Vector priorización
CO1: Sin conocimiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
CO2: Conocimiento erróneo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
CO3: Conocimiento limitado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
CO4: Con conocimiento, pero sin interés	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
CO5: Con conocimiento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 79: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

### Análisis de ponderación en la dimensión social

Cuadro N° 80: Análisis de ponderación social

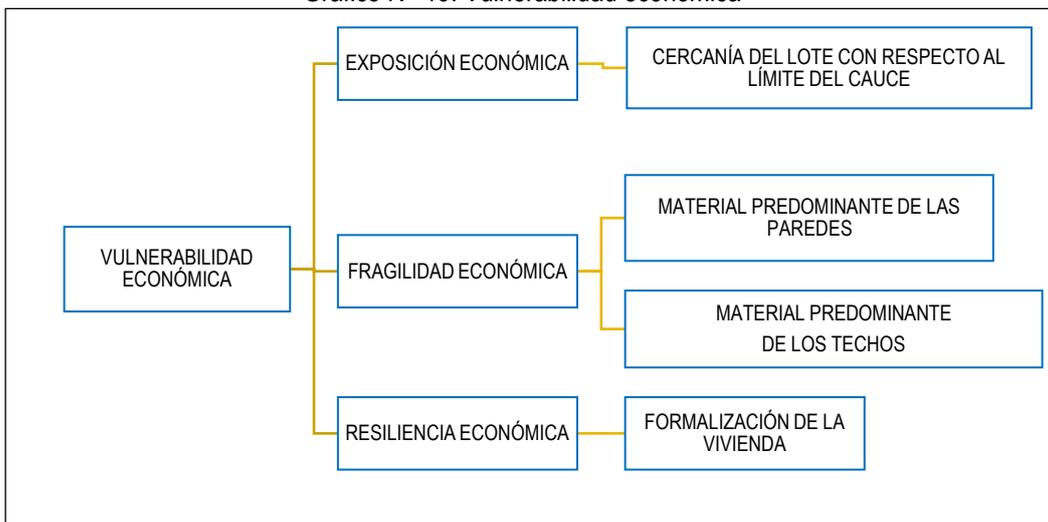
DIMENSIÓN SOCIAL		
Exposición <b>0.539</b>	Fragilidad <b>0.297</b>	Resiliencia <b>0.164</b>
Número de habitantes por lote <b>1.0</b>	Grupo etario <b>1.0</b>	Capacitación en GRD <b>0.5</b>
		Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres <b>0.5</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

### 4.3 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica

En el análisis de la dimensión económica del área en evaluación, se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición y fragilidad.

Gráfico N° 19: Vulnerabilidad económica



Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.3.1 Análisis de la exposición económica - Ponderación de parámetros

Cuadro N° 81: Parámetros de la exposición económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Exposición económica	<b>CC</b>	<b>1</b>	Cercanía del lote con respecto al límite del cauce	<b>1.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico





**a) Parámetro: Cercanía al cauce**

Cuadro N° 82: Descriptores del parámetro cercanía al cauce

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Acceso al servicio de agua	CC1	5	≤ 25 m
	CC2		25 m - 50 m
	CC3		50 m - 100 m
	CC4		100 m - 150 m
	CC5		> 150 m

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 83: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía al cauce

Acceso al servicio de agua	CC1: ≤ 25 m	CC2: 25 m - 50 m	CC3: 50 m - 100 m	CC4: 100 m - 150 m	CC5: > 150 m
CC1: ≤ 25 m	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
CC2: 25 m - 50 m	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
CC3: 50 m - 100 m	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
CC4: 100 m - 150 m	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
CC5: > 150 m	0.13	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 84: Matriz de normalización del parámetro cercanía al cauce

Acceso al servicio de agua	CC1: ≤ 25 m	CC2: 25 m - 50 m	CC3: 50 m - 100 m	CC4: 100 m - 150 m	CC5: > 150 m	Vector Priorización
CC1: ≤ 25 m	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
CC2: 25 m - 50 m	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
CC3: 50 m - 100 m	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
CC4: 100 m - 150 m	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
CC5: > 150 m	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

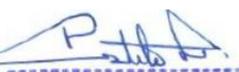
Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 85: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro cercanía al cauce

<b>IC</b>	<b>0.012</b>
<b>RC</b>	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 065-2018-CENEPRED-J

### 4.3.2 Análisis de la fragilidad económica - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la fragilidad en la dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro N° 86: Parámetros de fragilidad económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Fragilidad económica	MP	2	Material predominante de las paredes	0.50
	MT		Material predominante de los techos	0.50

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### a) Parámetro: Material predominante de las paredes

Cuadro N° 87: Descriptores del parámetro material predominante de las paredes

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Material predominante de las paredes	MP1	5	Paja y/o palmera
	MP2		Calamina
	MP3		Madera y/o caña
	MP4		Piedra o sillar con cal o cemento
	MP5		Ladrillo o bloque de cemento

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 88: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	MP1: Paja y/o palmera	MP2: Calamina	MP3: Madera y/o caña	MP4: Piedra o sillar con cal o cemento	MP5: Ladrillo o bloque de cemento
MP1: Paja y/o palmera	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
MP2: Calamina	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
MP3: Madera y/o caña	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
MP4: Piedra o sillar con cal o cemento	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
MP5: Ladrillo o bloque de cemento	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 89: Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	MP1: Paja y/o palmera	MP2: Calamina	MP3: Madera y/o caña	MP4: Piedra o sillar con cal o cemento	MP5: Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización
MP1: Paja y/o palmera	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
MP2: Calamina	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
MP3: Madera y/o caña	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
MP4: Piedra o sillar con cal o cemento	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
MP5: Ladrillo o bloque de cemento	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 90: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de las paredes

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

**b) Parámetro: Material predominante de los techos**

Cuadro N° 91: Descriptores del parámetro material predominante de los techos

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Material predominante de los techos	MT1	5	Paja y/o hojas de palmera
	MT2		Madera
	MT3		Calamina
	MT4		Fibraforte (polipropileno) y/o eternit
	MT5		Losa de concreto armado

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 92: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de los techos

Material predominante de los techos	MT1: Paja y/o hojas de palmera	MT2: Madera	MT3: Calamina	MT4: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	MT5: Losa de concreto armado
MT1: Paja y/o hojas de palmera	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
MT2: Madera	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
MT3: Calamina	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
MT4: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
MT5: Losa de concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 93: Matriz de normalización del parámetro material predominante de los techos

Material predominante de los techos	MT1: Paja y/o hojas de palmera	MT2: Madera	MT3: Calamina	MT4: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	MT5: Losa de concreto armado	Vector Priorización
MT1: Paja y/o hojas de palmera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
MT2: Madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
MT3: Calamina	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
MT4: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
MT5: Losa de concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 94: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de los techos

<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.3.3 Análisis de la resiliencia económica - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la resiliencia en la dimensión económica, se evaluó el siguiente parámetro:

Cuadro N° 95: Parámetros de resiliencia económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia económica	<b>FV</b>	<b>1</b>	Formalización de la vivienda	<b>1.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### c) Parámetro: Formalización de la vivienda

Cuadro N° 96: Descriptores del parámetro formalización de la vivienda

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Formalización de la vivienda	<b>FV1</b>	<b>5</b>	Invasión
	<b>FV2</b>		En litigio / reasentamiento
	<b>FV3</b>		Comunidad nativa
	<b>FV4</b>		Predio urbano en trámite
	<b>FV5</b>		Predio urbano de uso

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 97: Matriz de comparación de pares del parámetro formalización de la vivienda

Formalización de la vivienda	FV1: Invasión	FV2: En litigio / reasentamiento	FV3: Comunidad nativa	FV4: Predio urbano en trámite	FV5: Predio urbano en uso
FV1: Invasión	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
FV2: En litigio / reasentamiento	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
FV3: Comunidad nativa	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
FV4: Predio urbano en trámite	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
FV5: Predio urbano en uso	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 98: Matriz de normalización del parámetro formalización de la vivienda

Formalización de la vivienda	FV1: Invasión	FV2: En litigio / reasentamiento	FV3: Comunidad nativa	FV4: Predio urbano en trámite	FV5: Predio urbano en uso	Vector Priorización
FV1: Invasión	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
FV2: En litigio / reasentamiento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
FV3: Comunidad nativa	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>



FV4: Predio urbano en trámite	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
FV5: Predio urbano en uso	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 99: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro formalización de la vivienda

<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

### Análisis de ponderación en la dimensión económica

Cuadro N° 100: Análisis de ponderación económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA		
Exposición <b>0.503</b>	Fragilidad <b>0.297</b>	Resiliencia <b>0.164</b>
Cercanía del lote con respecto al límite del cauce <b>1.0</b>	Material predominante de las paredes <b>0.5</b>	Formalización de la vivienda <b>1.0</b>
	Material predominante de los techos <b>0.5</b>	

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.4 Análisis de la vulnerabilidad ambiental

Para el análisis de la dimensión ambiental se consideraron los componentes de fragilidad y resiliencia.

Gráfico N° 20: Vulnerabilidad ambiental



Fuente: Elaboración equipo técnico

##### 4.4.1 Análisis de la fragilidad ambiental - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro N° 101: Parámetros de fragilidad ambiental

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Fragilidad ambiental	<b>DF</b>	<b>1</b>	Disposición final de residuos sólidos	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

##### a) Parámetro: Disposición final de residuos sólidos



Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Cuadro N° 102: Descriptores del parámetro de disposición final de los residuos solidos

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Disposición final de los residuos solidos	DF1	5	Ríos y quebradas
	DF2		Quemado
	DF3		Botadero
	DF4		Botadero controlado
	DF5		Relleno sanitario

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 103: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición final de residuos solidos

Disposición final de RR SS	DF1: Ríos y quebradas	DF2: Quemado	DF3: Botadero	DF4: Botadero controlado	DF5: Relleno sanitario
DF1: Ríos y quebradas	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
DF2: Quemado	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
DF3: Botadero	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
DF4: Botadero controlado	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
DF5: Relleno sanitario	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 104: Matriz de normalización del parámetro disposición final de residuos solidos

Disposición final de RR SS	DF1: Ríos y quebradas	DF2: Quemado	DF3: Botadero	DF4: Botadero controlado	DF5: Relleno sanitario	Vector Priorización
DF1: Ríos y quebradas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
DF2: Quemado	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
DF3: Botadero	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
DF4: Botadero controlado	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
DF5: Relleno sanitario	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 105: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro disposición final de residuos solidos

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.4.2 Análisis de la resiliencia ambiental - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros.

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRD-J



Cuadro N° 106: Parámetros de resiliencia ambiental

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia ambiental	SR	1	Segregación de residuos en fuente	1.00

Fuente: Elaboración equipo técnico

a) **Parámetro: Segregación de residuos en fuente**

Cuadro N° 107: Descriptores del parámetro segregación de residuos en fuente

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Segregación de residuos en fuente	SR1	5	Sin segregación de residuos
	SR2		Orgánicos y aprovechables
	SR3		Orgánicos, aprovechables y no aprovechables
	SR4		Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos
	SR5		Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 108: Matriz de comparación de pares del parámetro segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	SR1: Sin segregación de residuos	SR2: Orgánicos y aprovechables	SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros
SR1: Sin segregación de residuos	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
SR2: Orgánicos y aprovechables	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 109: Matriz de normalización del parámetro segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	SR1: Sin segregación de residuos	SR2: Orgánicos y aprovechables	SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	Vector Priorización
SR1: Sin segregación de residuos	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
SR2: Orgánicos y aprovechables	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144



SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 110: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro segregación de residuos en fuente

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

### Análisis de ponderación en la dimensión ambiental

Cuadro N° 111: Análisis de ponderación ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL	
Fragilidad 0.5	Resiliencia 0.5
Disposición final de residuos sólidos <b>1.00</b>	Segregación de residuos en fuente <b>1.00</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

### 4.5 Ponderación de la vulnerabilidad

Cuadro N° 112: Calculo de la vulnerabilidad social

VULNERABILIDAD SOCIAL (VS)													
EXPOSICIÓN SOCIAL (ES)				FRAGILIDAD SOCIAL (FS)				RESILIENCIA SOCIAL (RS)					
Número de habitantes por lote	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	Grupo etario	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Capacitación en GRD	Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres		Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL	
							Ppar	Pdesc					
1.000	0.468	0.468	1.000	0.503	0.297	0.500	0.468	0.500	0.486	0.164	0.481	0.633	
1.000	0.268	0.268	1.000	0.260	0.297	0.500	0.268	0.500	0.264	0.164	0.265	0.633	
1.000	0.144	0.144	1.000	0.134	0.297	0.500	0.144	0.500	0.139	0.164	0.140	0.633	
1.000	0.076	0.076	1.000	0.068	0.297	0.500	0.076	0.500	0.072	0.164	0.073	0.633	
1.000	0.044	0.044	1.000	0.035	0.297	0.500	0.044	0.500	0.039	0.164	0.041	0.633	

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 113: Calculo de la vulnerabilidad económica

VULNERABILIDAD ECONÓMICA (VE)														
EXPOSICIÓN ECONÓMICA (EE)			FRAGILIDAD ECONÓMICA (FE)				RESILIENCIA ECONÓMICA (RE)							
Cercanía del lote con respecto al límite del cauce	Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Material predominante de las paredes		Material predominante de los techos		Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Formalización de la vivienda		Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica	VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.468	0.468	0.500	0.468	0.500	0.503	0.486	0.297	1.000	0.503	0.164	0.479	0.260	
1.000	0.268	0.268	0.500	0.268	0.500	0.260	0.264	0.297	1.000	0.260	0.164	0.266	0.260	
1.000	0.144	0.144	0.500	0.144	0.500	0.134	0.139	0.297	1.000	0.134	0.164	0.141	0.260	
1.000	0.076	0.076	0.500	0.076	0.500	0.068	0.072	0.297	1.000	0.068	0.164	0.073	0.260	
1.000	0.044	0.044	0.500	0.044	0.500	0.035	0.039	0.297	1.000	0.035	0.164	0.041	0.260	

Fuente: Elaboración equipo técnico



Cuadro N° 114: Calculo de la vulnerabilidad ambiental

VULNERABILIDAD AMBIENTAL (VA)									
FRAGILIDAD AMBIENTAL (FA)				RESILIENCIA AMBIENTAL (RA)				VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
Disposición final de residuos solidos		Valor Fragilidad Ambiental	Peso de Fragilidad Ambiental	Segregación de residuos en fuente		Valor Resiliencia Ambiental	Peso de Resiliencia Ambiental		
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.503	0.503	0.500	1.000	0.468	0.468	0.500	0.486	0.106
1.000	0.260	0.260	0.500	1.000	0.268	0.268	0.500	0.264	0.106
1.000	0.134	0.134	0.500	1.000	0.144	0.144	0.500	0.139	0.106
1.000	0.068	0.068	0.500	1.000	0.076	0.076	0.500	0.072	0.106
1.000	0.035	0.035	0.500	1.000	0.044	0.044	0.500	0.039	0.106

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 115: Cálculo de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad Social (VS)	Vulnerabilidad Económica (VE)	Vulnerabilidad Ambiental (VA)	VULNERABILIDAD (V)
0.633	0.260	0.106	
0.481	0.479	0.486	0.481
0.265	0.266	0.264	0.265
0.140	0.141	0.139	0.140
0.073	0.073	0.072	0.073
0.041	0.041	0.039	0.041

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.6 Estratificación de la vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la estratificación de los niveles de vulnerabilidad obtenido:

Cuadro N° 116: Estratificación de la vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>MUY ALTA</b>	≥ 9 habitantes por lote, grupo etario < 5 años y > 65 años, pobladores que nunca fueron capacitados en GRD, sin conocimiento de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce ≤ 25 m, viviendas con paredes en base paja y/o palmera, con techos en base a paja y/o hojas de palmera, viviendas obtenidas de invasión, con disposición final de RR SS a ríos y quebradas y sin segregación de residuos.	$0.265 \leq V \leq 0.481$
<b>ALTA</b>	Entre 7 y 8 habitantes por lote, grupo etario de 5 a 14 años, pobladores que fueron capacitados hace 5 años en GRD, con conocimiento erróneo de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 25 - 50 m, viviendas con paredes en base a calamina, con techos en base a madera, viviendas en litigio o reasentamiento, con disposición final de RR SS a ser quemado, con segregación en fuente en orgánicos y aprovechables.	$0.140 \leq V < 0.265$
<b>MEDIA</b>	Entre 5 y 6 habitantes por lote, grupo etario de 45 a 64 años, pobladores que fueron capacitados hace 3 años en GRD, con conocimiento limitado de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 50 - 100 m, viviendas con paredes en base a madera y/o caña, con	$0.073 \leq V < 0.140$

ina 77 | 134



	techos en base a calamina, viviendas de comunidades nativas, con disposición final de RR SS en botadero, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables y no aprovechables.	
<b>BAJA</b>	Entre 3 y 4 o $\leq 2$ habitantes por lote, grupo etario de 15 a 29 años y de 30 a 44 años, pobladores que fueron capacitados hace 2 años o hace 1 año en GRD, con conocimiento pero sin interés o con conocimiento total de la ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 100 - 150 m o $> 150$ m, viviendas con paredes en base a piedra o sillar con cal o cemento, o en base a ladrillo y cemento, con techos en base a Fibraforte (polipropileno) y/o eternit o losa de concreto armado, predios urbanos en trámite o predio urbano en uso, con disposición final de RR SS en botadero controlado o relleno sanitario, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos.	$0.041 \leq V < 0.073$

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.7 Niveles de vulnerabilidad

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty

Cuadro N° 117: Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO			
MUY ALTA	0.265	$\leq$	V	$\leq$ 0.481
ALTA	0.140	$\leq$	V	$<$ 0.265
MEDIA	0.073	$\leq$	V	$<$ 0.140
BAJA	0.041	$\leq$	V	$<$ 0.073

Fuente: Elaboración equipo técnico

#### 4.8 Mapa de vulnerabilidad

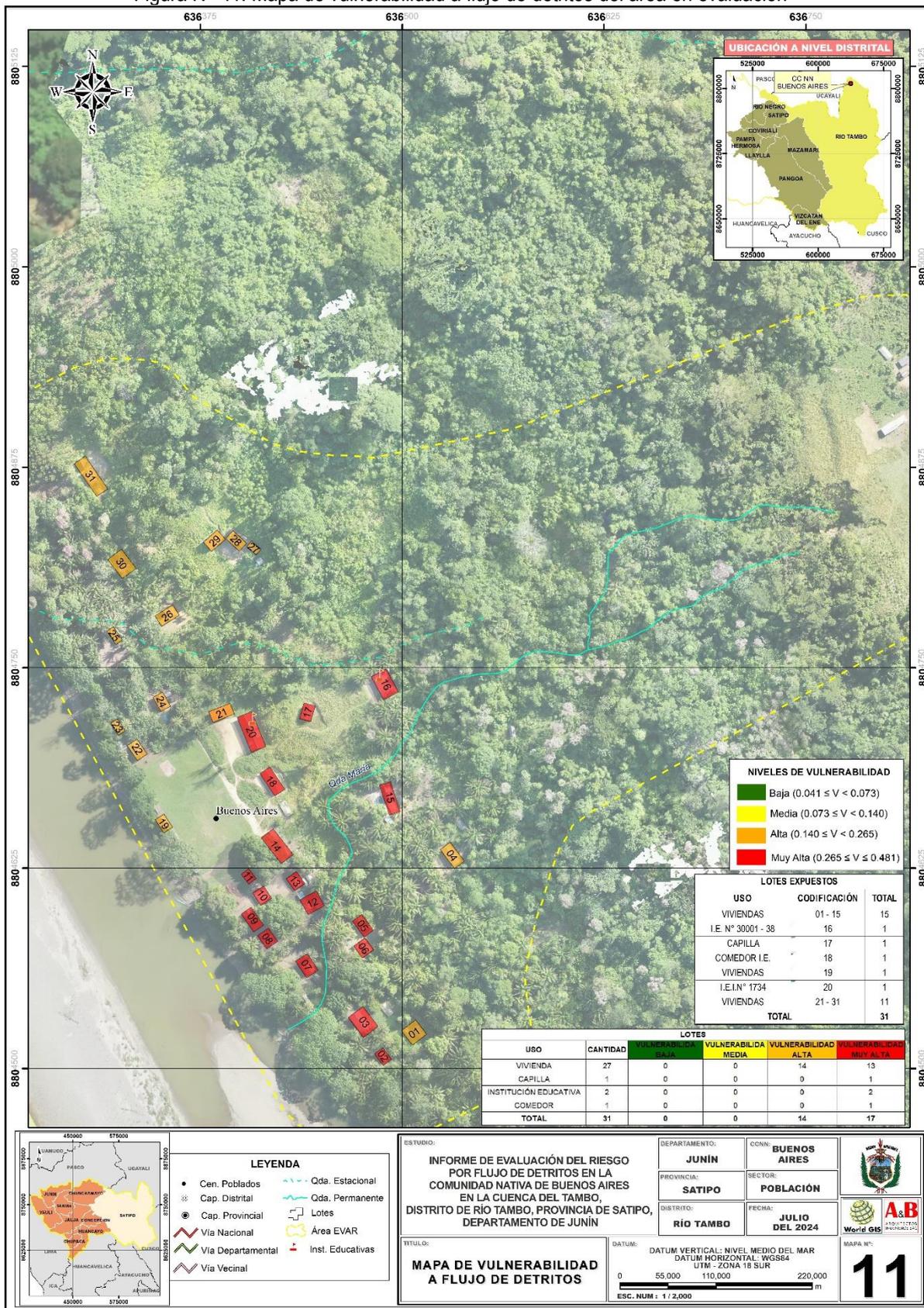
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 41: Mapa de vulnerabilidad a flujo de detritos del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.

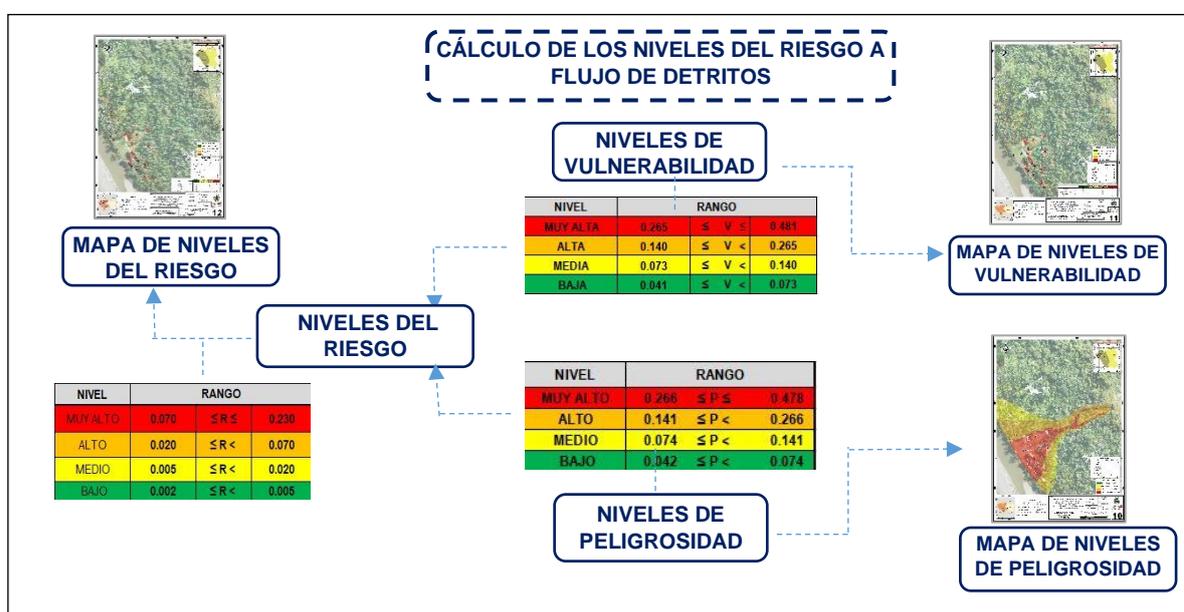
## CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

Para calcular los niveles del riesgo por flujo de detritos para el área en evaluación, se tuvieron en cuenta lo siguiente; en primer lugar, se tuvo que identificar y caracterizar el peligro al que está expuesto, segundo se realizó el respectivo análisis de vulnerabilidad en su dimensión económica, social y ambiental, tomando en cuenta su exposición, fragilidad y resiliencia y por último se realiza una multiplicación en base a los valores obtenidos de peligro y vulnerabilidad.

### 5.1 Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Para la determinación el cálculo del riesgo del área en evaluación, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico N° 21. Flujiograma para calcular los niveles del riesgo



Fuente. Elaboración propia en base al Manual CENEPRED.

### 5.2 Matriz del riesgo

#### a) Cálculo del riesgo a flujo de detritos

Los niveles de riesgo a flujo de detritos de los elementos expuestos del área de EVAR, están en función del Peligro por la Vulnerabilidad, en tal sentido se considera los siguientes puntos:

- Estimación de impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales.
- Cuantificación de costos aproximados de las pérdidas y/o daños ocasionados a los elementos expuestos.
- Determinación del Nivel de Riesgo, sobre la base del peligro y el análisis de la vulnerabilidad.
- Elaboración del mapa de Niveles de Riesgo.
- Planteamiento de medidas de prevención y reducción de desastres estructurales y no estructurales.



Cuadro N° 118: Producto del peligro y vulnerabilidad para el cálculo del riesgo

VALOR DEL PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.478	0.481	0.230
0.266	0.265	0.070
0.141	0.140	0.020
0.074	0.073	0.005
0.042	0.041	0.002

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 119: Niveles de matriz del riesgo

MATRIZ DEL RIESGO					
PMA	0.478	0.035	0.067	0.127	0.230
PA	0.266	0.019	0.037	0.070	0.128
PM	0.141	0.010	0.020	0.037	0.068
PB	0.074	0.005	0.010	0.020	0.035
		0.073	0.140	0.265	0.481
		VB	VM	VA	VMA

Fuente. Elaboración propia

### 5.3 Estratificación del riesgo

Cuadro N° 120: Estratificación del riesgo

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>MUY ALTO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 0.0 a 1.0 m; geológicamente conformada por depósitos fluviales; asentados sobre una unidad geomorfológica de cauce fluvial aluvial; con pendientes escarpadas > a 45°. ≥ 9 habitantes por lote, grupo etario < 5 años y > 65 años, pobladores que nunca fueron capacitados en GRD, sin conocimiento de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce ≤ 25 m, viviendas con paredes en base paja y/o palmera, con techos en base a paja y/o hojas de palmera, viviendas obtenidas de invasión, con disposición final de RR SS a ríos y quebradas y sin segregación de residuos.	<b>0.070 ≤ R ≤ 0.230</b>
<b>ALTO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 1.0 – 1.5 m; geologicamente conformada por depósitos proluviales; asentados sobre una unidad geomorfológica de vertiente aluvial; con pendiente muy fuerte de 25° - 45°. Entre 7 y 8 habitantes por lote, grupo etario de 5 a 14 años, pobladores que fueron capacitados hace 5 años en GRD, con conocimiento erróneo de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 25 - 50 m, viviendas con paredes en base a calamina, con techos en base a madera, viviendas en litigio o reasentamiento, con disposición final de RR SS a ser quemado, con segregación en fuente en orgánicos y aprovechables.	<b>0.020 ≤ R &lt; 0.070</b>



<b>MEDIO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 1.5 – 2.0 m; geológicamente conformada por depósitos aluviales; asentados en una unidad geomorfológica de terraza aluvial; con pendiente fuerte de 15° - 25° . Entre 5 y 6 habitantes por lote, grupo etario de 45 a 64 años, pobladores que fueron capacitados hace 3 años en GRD, con conocimiento limitado de ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 50 - 100 m, viviendas con paredes en base a madera y/o caña, con techos en base a calamina, viviendas de comunidades nativas, con disposición final de RR SS en botadero, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables y no aprovechables.	<b>0.005 ≤ R &lt; 0.020</b>
<b>BAJO</b>	Con "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas" (PA/día > 71,9 – percentil 99), con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 167.3 - 184.3 mm, pudiendo generar una altura de flujo de 2.0 – 2.5 m o sin flujo; geológicamente conformada por la Formación Ucayali y depósitos deluviales; asentados en una unidad geomorfológica de laderas de montaña y terraza coluvio - deluvial; con pendiente moderada de 5° - 15° y con pendiente suave y/o terrenos llanos < 5°. Entre 3 y 4 o ≤ 2 habitantes por lote, grupo etario de 15 a 29 años y de 30 a 44 años, pobladores que fueron capacitados hace 2 años o hace 1 año en GRD, con conocimiento pero sin interés o con conocimiento total de la ocurrencia pasada de desastres, viviendas con una cercanía al límite del cauce de 100 - 150 m o > 150 m, viviendas con paredes en base a piedra o sillar con cal o cemento, o en base a ladrillo y cemento, con techos en base a Fibraforte (polipropileno) y/o eternit o losa de concreto armado, predios urbanos en trámite o predio urbano en uso, con disposición final de RR SS en botadero controlado o relleno sanitario, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos.	<b>0.002 ≤ R &lt; 0.005</b>

Fuente. Elaboración propia

#### 5.4 Niveles del riesgo

Se estratificaron cuatro niveles, cuyas características y valores se detallan en la siguiente Cuadro:

Cuadro N° 121: Niveles del riesgo a flujo de detritos

NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.070	≤ R ≤	0.230
ALTO	0.020	≤ R <	0.070
MEDIO	0.005	≤ R <	0.020
BAJO	0.002	≤ R <	0.005

Fuente: Elaboración propia

#### 5.5 Mapa del riesgo

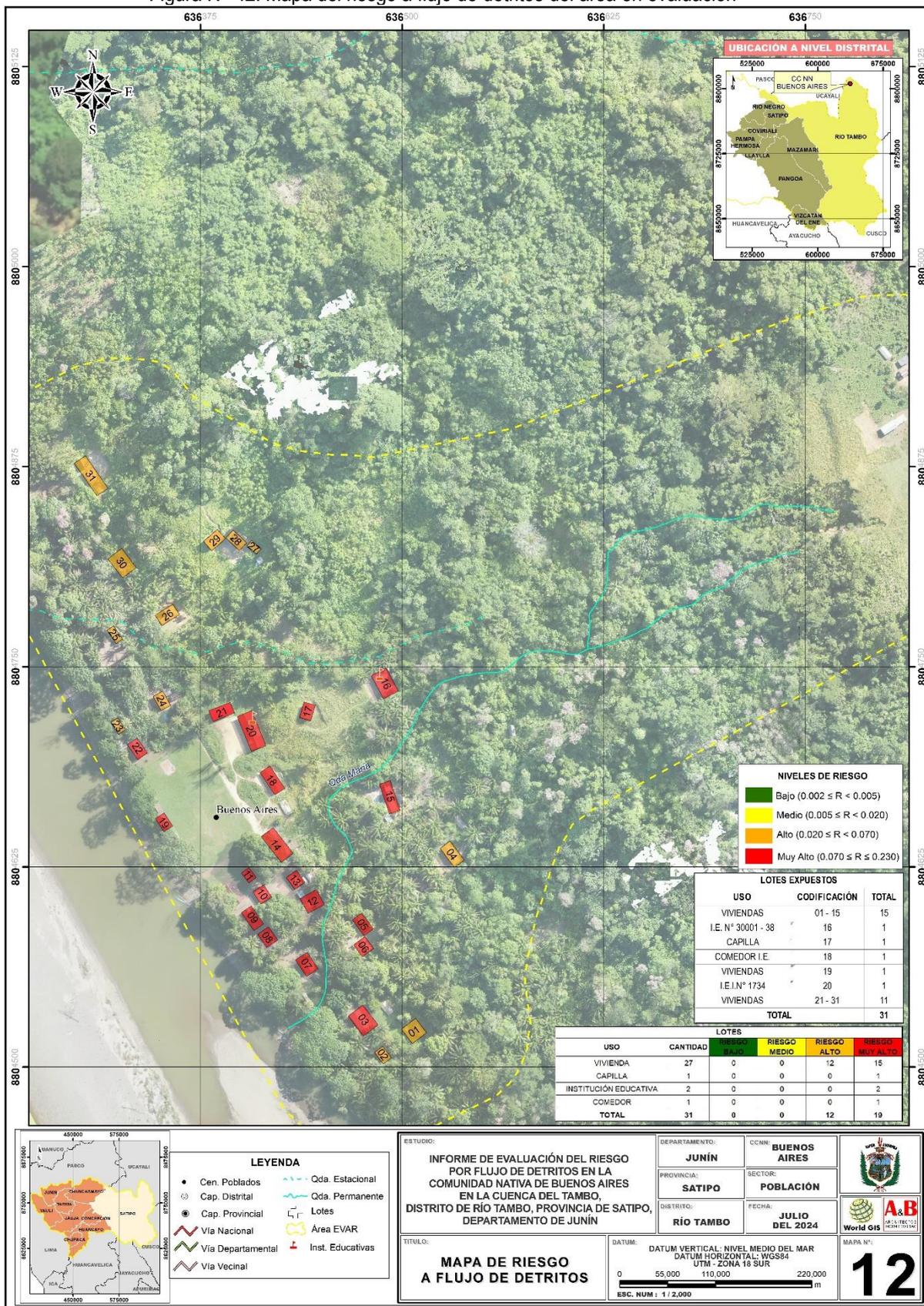
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J N° 085-2018-CENEPRED-J



Figura N° 42: Mapa del riesgo a flujo de detritos del área en evaluación



Fuente: Elaboración equipo técnico.

*Roosevelt Solano Peralta*  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

*Rebeca Jacinta Astete López*  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## 5.6 Cálculo de efectos probables

En esta parte de la evaluación se ha analizado los efectos probables, cuantificado en daños y/o pérdidas debido al impacto del peligro por flujo de detritos generados por el arrastre de detritos por del caudal de la Qda María, a nivel del área de evaluación, en tal sentido, en el siguiente cuadro se indican los costos estimados para los efectos probables, los cuales ascienden a S/. 421,362.76 de los cuales corresponden a los daños probables la suma de S/. 350,362.76 y las pérdidas probables la suma de S/. 71,000.00. Costos estimados a valor unitario promedio del valor de edificaciones por metro cuadrado, sobre la base de un área construida promedio, además el análisis de efectos probables, aplicado en viviendas y/o edificaciones de nivel de riesgo ALTO Y MUY ALTO

Cuadro N° 122: Efectos probables

EFFECTOS PROBABLES	UNID.	CANT.	COSTO UNITARIO	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PÉRDIDAS PROBABLES
<b>DAÑOS PROBABLES (Soles S/.)</b>						
<b>Población de la localidad de Bueno Aires</b>						
De madera con techo de calamina y/o paja	Und	29	2,500.0	72,500.00	72,500.00	
<b>Otros</b>						
Instituciones educativas de material noble	m2	486.15	403.05	195,942.76	195,942.76	
Reservorio de agua	Und	01	40,000.00	40,000.00	40,000.00	
Captaciones de agua	Und	02	20,000.00	40,000.00	40,000.00	
Áreas agrícolas	ha	1.92	1,000.00	1,920.00	1,920.00	
<b>PÉRDIDAS PROBABLES</b>						
Costos de adquisición de carpas	Und	10	2,100.00	21,000.00		21,000.00
Gastos de atención de la emergencia	Glb	01	50,000.00	50,000.00		50,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>421,362.76</b>	<b>350,362.76</b>	<b>71,000.00</b>

Así mismo, podemos indicar que, para el cálculo de los efectos probables se tomó en referencia la tabla de costo de edificaciones, donde nos indica los valores unitarios por partidas por metro cuadrado de área, esta tabla fue obtenida del manual de evaluación del riesgo de desastres 2V – CENEPRED.

Cuadro N° 123: Costo de edificaciones

TIPOLOGÍA	VALORES UNITARIOS POR PARTIDAS POR METRO CUADRADO DE ÁREA							SUB TOTAL S/.
	ESTRUCTURALES		ACABADOS				INSTALACIONES	
	Muros y columnas	Techos	Pisos	Puertas y ventanas	Revestimiento	Baños	Eléctricas y sanitarias	
<b>Adobe</b>	104.83	10.26	16.51	19.68	42.07	8.37	12.3	<b>214.02</b>
<b>Albañilería</b>	152.62	112.6	26.39	35.77	42.07	11.23	22.37	<b>403.05</b>
<b>Concreto armado</b>	214.61	112.6	43.01	55.69	113.06	35.8	40.67	<b>615.44</b>

Fuente: Manual EVAR 2V – CENEPRED



## CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

### 6.1 De la evaluación de las medidas

#### 6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

**Tipo de Peligro:** Flujo de detritos

**Tipo de Origen:** Geodinámica externa

**Elementos Expuestos:** Población, viviendas, instituciones educativas, capilla, comedor y áreas de cultivo dentro del área de evaluación.

#### Valoración de las Consecuencias

Sabiendo que, en el área de evaluación, en el año del 2019 ocurrió un evento por flujo de detritos por la crecida de la Qda. María y además las consecuencias fueron afectación de una institución educativa, viviendas y áreas de cultivo, además la atención de la emergencia fue atendida por el gobierno regional; en tal sentido, en base al antecedente indicado, se califica de **Nivel 3 – ALTA** a la valoración de consecuencias.

Cuadro N° 124: Valoración de consecuencias

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: Elaboración propia

#### Valoración de frecuencia de ocurrencia

Según reportes, del SINPAD, quienes registran con fechas los eventos suscitados a nivel del distrito de Río Tambo, donde para el área en evaluación, se tiene un registro (año 2019) y además sabiendo que este tipo de peligro es generado por lluvias intensas y que estas lluvias están siempre presentes anualmente; entonces podemos indicar que, la valoración de la frecuencia de recurrencia para el área en evaluación sería de **Nivel 3– ALTA**.

Cuadro N° 125: Valoración de la frecuencia de ocurrencia

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJA	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia





### Matriz de consecuencia y daño

El nivel Alta se obtiene al interceptar consecuencia (**Alta**) y Frecuencia (**Alta**).

Cuadro N° 126: Matriz de consecuencia y daños (Matriz)

CONSECUENCIA	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	ALTA	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3	MEDIA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MEDIA	2	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
BAJA	1	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido se obtiene que el nivel de consecuencia y daño de acuerdo a la calificación cualitativa para el área en evaluación es **Nivel 3 – ALTA**.

Cuadro N° 127: 135: Medidas cualitativas de consecuencias y daños

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

Fuente: Elaboración propia

### Aceptabilidad y tolerancia

Cuadro N° 128: Nivel de Aceptabilidad

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir el riesgo.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo del riesgo.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro anterior, podemos indicar que el nivel de la aceptabilidad es de **Nivel 3 – INACEPTABLE**



### Matriz de aceptabilidad y tolerancia

Cuadro N° 129: Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, del cuadro anterior se determina que el nivel de aceptabilidad y tolerancia es **RIESGO INACEPTABLE**, este nivel será considerado para las acciones y los proyectos destinados a la reducción del riesgo ante flujo de detritos, en el área de evaluación.

### Nivel de priorización

Cuadro N° 130: Prioridad de Intervención

VALOR	DESCRIPTOR	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de nivel de priorización **II – INACEPTABLE**, del cual constituye se debe desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el control del riesgo, tomando en consideración las medidas de prevención y reducción del riesgo recomendado en la presente evaluación.

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## CONCLUSIONES

1. Para la Comunidad Nativa de Buenos Aires, de acuerdo a la susceptibilidad y parámetros del fenómeno, se zonificaron sectores críticos con un nivel de peligro Alto y Muy Alto, ante la ocurrencia de flujo de detritos por efectos de la crecida de la Qda María; ya que en un posible evento, presentaría según el modelamiento sectores con alturas de flujo hasta 1.0 m; además, el área EVAR, geológicamente está conformada por depósitos proluviales, asentados en una unidad geomorfológica de vertiente aluvial; con pendientes entre 15° a 45°, con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 184.3 mm.
2. Dentro del área de evaluación, se tienen 31 lotes expuestos, de los cuales, 27 son viviendas, 01 capilla, 01 comedor y 02 instituciones educativas, en tal sentido, podemos indicar que; 07 viviendas se encuentran expuestas a niveles de peligro Medio, 06 viviendas a niveles de peligro Alto, 14 viviendas a un peligro de nivel Muy Alto y finalmente 01 capilla, 01 comedor y 02 instituciones educativas a un nivel Muy Alto de peligro por flujo de detritos.
3. Mediante el análisis de vulnerabilidad, se logró determinar que, de los 31 lotes evaluados dentro del área de evaluación, 14 lotes (viviendas) presentan niveles de vulnerabilidad Alta, 17 lotes (13 viviendas, 01 capilla, 01 comedor y 02 instituciones educativas) presentan niveles de vulnerabilidad Muy Alta.

LOTES					
USO	CANTIDAD	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA
VIVIENDA	27	0	0	14	13
CAPILLA	1	0	0	0	1
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	2	0	0	0	2
COMEDOR	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>17</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

4. Del mismo modo, de acuerdo al cálculo del riesgo, se logró determinar que, de los 31 lotes evaluados dentro del área de evaluación, 12 lotes (viviendas) presentan nivel de riesgo Alto y 19 lotes (15 viviendas, 01 comedor, 01 capilla y 02 instituciones educativas) presentan riesgo de nivel Muy Alto.

LOTES					
USO	CANTIDAD	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
VIVIENDA	27	0	0	12	15
CAPILLA	1	0	0	0	1
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	2	0	0	0	2
COMEDOR	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>19</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

5. El nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo calculado es inaceptable, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para mitigar el riesgo evaluado.
6. Según las condiciones de susceptibilidad y según los antecedentes en la zona de evaluación podemos indicar que, el peligro por flujo de detritos se puede presentar de manera recurrente, afectando a la población y sus medios de vida.



7. Declarar la zona de evaluación del riesgo como zona de riesgo Muy Alto No Mitigable y proceder según lo especifica la Ley N° 29869 el proceso de reasentamiento poblacional de la comunidad Nativa de Buenos aires.
8. Las viviendas de la comunidad Nativa de Buenos Aires, que se encuentran en Riesgo Muy Alto son declaradas no habitables o Intangibles por presentar una exposición directa al peligro de flujo de detritos.
9. A fin de preservar las actividades económicas que se desarrollan alrededor, realizar acciones de mitigación del riesgo, evitando el incremento de las pérdidas económicas y al mismo tiempo preservar la calidad paisajística del lugar, con actividades de conservación.
10. El cálculo de los efectos probables para los elementos expuestos dentro del área en evaluación, asciende a la suma de S/.421,362.76 de los cuales corresponden a los daños probables la suma de S/.350,362.76 y las pérdidas probables la suma de S/. 71,000.00


Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J


ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J N° 085-2018-CENEPRD-J



## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los niveles de riesgo obtenidos en el presente informe, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Río Tambo, implementar medidas urgentes, como las siguientes:
  - a) En forma inmediata y permanente, la erradicación de los usos de vivienda y los usos institucionales de educación y otros del área de influencia inmediata de la Quebrada María, en total 19 lotes (15 viviendas, 01 comedor, 01 capilla y 02 instituciones educativas) que presentan riesgo de nivel Muy Alto.
  - b) Disponer la elaboración del EVAR de la zona de acogida.
  - c) Realizar la descolmatación, conservación, encausamiento y el mantenimiento del cauce de la Qda María, teniendo en cuenta que las áreas aledañas al cauce de dicha quebrada, podrían verse expuestas a ser arrasadas, dañando zonas de cultivo importantes para la comunidad (cacao y otros).
  - d) Solicitar al INGEMMET, realice los estudios de evaluación de peligros geológicos de la zona afectada y zona de acogida en la Comunidad Nativa de Buenos Aires.
  - e) Implementar sistemas de alerta temprana. SAT; que es una herramienta técnica que ayuda en la reducción de riesgos, con el objetivo de proteger a las personas y sus medios de vida expuestas a peligros y en el preparativo ante desastres. La importancia de un SAT radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza puede desencadenar situaciones potencialmente desastrosas.
  - f) Realizar el Plan de Contingencia ante el evento por flujo de detritos, conteniendo los planos de evacuación hacia una zona segura con sus respectivas señalizaciones y zonas de conservación y/o recuperación.
  - g) Mediante el estudio que se presenta, deberá hacer de conocimiento los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgos, el cual presenta el poblado del área de evaluación frente a un evento de flujo de detritos, a fin de que las autoridades y la población consideren las medidas preventivas y correctivas descritas en el presente informe EVAR.
2. Al respecto del proyecto: **“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS EN LA COMUNIDAD NATIVA DE BUENOS AIRES, DISTRITO DE RÍO TAMBO, PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN”** con Código Único de Inversiones – CUI 2202905, solicitar al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que se realice la modificación no sustancial del proyecto por el cambio de localización obligada del PIP (Ver artículo 27.- Modificaciones de un PIP durante la fase de inversión, de la Directiva General del SNIP - Directiva N° 001-2011-EF/68.01, aprobada mediante Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 del 24 de marzo de 2011).

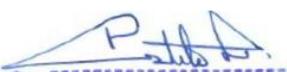


## BIBLIOGRAFÍA

1. Gobierno regional de Junín (2013), Estudio especializado de Zonificación Ecológica y Económica – ZEE Ayacucho, memoria descriptiva.
2. <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>
3. Ala-Mantaro (2010). Evaluación de recursos hídricos superficiales en la Cuenca del Rio Mantaro, Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura, 137 páginas.
4. Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2016. Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales.
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017. Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”
7. MINAGRI- SENAMHI. 2013. Normales Decadales de temperatura y precipitación y calendario de siembras y cosechas. Lima, Perú. 439 pp.
8. SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
9. SENAMHI, 2014. Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos, 11pp.
10. SENAMHI, 2019. Monitoreo diario de lluvias en los distritos de Santo Domingo, Sondorillo, Chalaco, Quiruvilca, Julcán, Cachicadán, Salpo, Pariacoto, Ocros, Cabana, Huaytará y San Pedro de Huacarpana, para el periodo enero – abril 2017.
11. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa> (plataforma virtual del geo servidor SIGRID)
12. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/> (plataforma virtual del geo servidor GEOCATMIN)
13. [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id\\_seccion=I0178090300000000000000](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=I0178090300000000000000)



Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01. Imagen de viviendas expuestas .....	7
Figura N° 02. Imagen de viviendas expuestas ladera abajo .....	8
Figura N° 03. Imagen de viviendas afectadas .....	9
Figura N° 04. Imagen de I.E. afectada. ....	10
Figura N° 05. Ubicación del área en evaluación.....	11
Figura N° 06. Mapa de ubicación del área EVAR, del CC NN Buenos Aires .....	12
Figura N° 07. Ruteo al área de evaluación.....	13
Figura N° 08. Vista general de depósitos fluviales en el río Tambo .....	19
Figura N° 09. Gravas con arenas que componen los depósitos fluviales en el río Tambo. ....	20
Figura N° 010. Depósitos proluviales en cauce de quebrada que atraviesa el poblado de Buenos Aires. ....	20
Figura N° 011. Depósitos proluviales en cauce de quebrada María que atraviesa el poblado de Buenos Aires. ....	21
Figura N° 012. Depósitos aluviales arenosos, sobre la cual se asienta parte del poblado de Buenos Aires. ....	21
Figura N° 013. Depósitos deluviales, de matriz limosa que engloban clastos de areniscas y conglomerados. Vista en la parte alta de la localidad de Buenos Aires. ....	22
Figura N° 014. Depósitos deluviales, de matriz limosa que engloban clastos de areniscas y conglomerados. Vista en la parte alta de la localidad de Buenos Aires. ....	22
Figura N° 015. Conglomerados de la Formación Ucayali.....	23
Figura N° 016. Mapa de Unidades Geológicas del área en evaluación .....	24
Figura N° 017. Vista del cauce fluvial del río Tambo.....	25
Figura N° 018. Vista de las quebradas María y Seca.....	25
Figura N° 019. Vista de la unidad de terraza coluvio-deluvial, situada en la parte alta de la zona de estudio.....	26
Figura N° 020. Terraza aluvial baja, aledaña al cauce del río Tambo.....	26
Figura N° 021. Vertiente aluvial de relieve ondulado producto de la depositación de antiguos flujos de detritos. ....	27
Figura N° 022. Vertiente aluvial de relieve ondulado.....	27
Figura N° 023. Vista de la unidad laderas de montañas y otras unidades geomorfológicas de la zona de estudio. ....	28
Figura N° 024. Mapa de Unidades Geomorfológicas del área en evaluación.....	29
Figura N° 025. Sectores con pendientes planas .....	30
Figura N° 026. Sectores con pendientes moderada.....	30
Figura N° 027. Sectores con pendientes fuertes .....	31
Figura N° 28. Mapa de unidades de pendientes del área en evaluación .....	32
Figura N° 29. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Satipo.....	34
Figura N° 30. Mapa de precipitación anómala del área en evaluación .....	36
Figura N° 031. Mapa de la unidad hidrográfica (área de drenaje) Qda. María.....	41
Figura N° 032. Imagen del cauce fluvial de la Qda. María .....	42
Figura N° 033. Mapa de geometría de flujo de la Qda. María.....	43
Figura N° 034. Mapa de altura de flujo de la Qda. María.....	45
Figura N° 035. Qda. María, parte alta.....	48
Figura N° 036. Institución educativa .....	57
Figura N° 037. Viviendas .....	57
Figura N° 038. Reservorio de agua .....	57
Figura N° 39. Mapa de elementos expuestos del área en evaluación .....	58
Figura N° 040. Mapa de peligro a flujo de detritos del área en evaluación. ....	61
Figura N° 41. Mapa de vulnerabilidad a flujo de detritos del área en evaluación.....	79
Figura N° 42. Mapa del riesgo a flujo de detritos del área en evaluación.....	83

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Población según sexo .....	14
Gráfico N° 02. Material predominante de las paredes .....	15
Gráfico N° 03. Material predominante en los techos .....	15
Gráfico N° 04. Tipo de abastecimiento de agua .....	16
Gráfico N° 05. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas y/o edificaciones .....	17
Gráfico N° 06. Tipo de alumbrado .....	17
Gráfico N° 07. Comportamiento temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Satipo .....	33
Gráfico N° 08. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante el verano 2012 en el distrito de Río Tambo .....	34
Gráfico N° 09. Curva intensidad – duración – frecuencia .....	38
Gráfico N° 010. Esquema de las microcuencas en el modelo HEC-HMS .....	39
Gráfico N° 011. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno .....	40
Gráfico N° 012. Modelación hidráulica – vista de secciones transversales – HEC RAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico N° 013: Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural .....	46
Gráfico N° 14: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad .....	47
Gráfico N° 15: Flujograma general del proceso de análisis de información .....	48
Gráfico N° 16: Parámetros Generales de evaluación del fenómeno .....	49
Gráfico N° 17: Metodología para determinar el Nivel de Vulnerabilidad .....	62
Gráfico N° 18: Esquema metodológico para determinar el Nivel de Vulnerabilidad .....	63
Gráfico N° 19: Vulnerabilidad social .....	63
Gráfico N° 20: Vulnerabilidad económica .....	68
Gráfico N° 21: Vulnerabilidad ambiental .....	73
Gráfico N° 22. Flujograma para calcular los niveles del riesgo .....	80

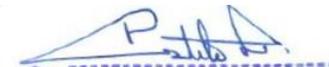
## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01. Registro de ocurrencia de eventos, según SINPAD .....	9
Cuadro N° 02. Ubicación del área del proyecto .....	11
Cuadro N° 03. Vías de acceso al centro poblado de Chahuarma .....	13
Cuadro N° 04. Población según sexo .....	14
Cuadro N° 05. Material predominante de las paredes .....	14
Cuadro N° 06. Material predominante de los techos .....	15
Cuadro N° 07. Tipo de abastecimiento de agua .....	16
Cuadro N° 08. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas y/o edificaciones .....	17
Cuadro N° 9. Tipo de alumbrado .....	17
Cuadro N° 10. Instituciones educativas .....	18
Cuadro N° 11. Centros de salud .....	18
Cuadro N° 12. Actividad económica de su centro de labor .....	18
Cuadro N° 13: Priorización de unidades geológicas .....	23
Cuadro N° 14: Priorización de unidades geomorfológicas .....	28
Cuadro N° 15: Priorización de pendientes .....	31
Cuadro N° 16. Anomalía de precipitación durante el mes de febrero 2012 para el poblado de Buenos Aires del distrito de Río Tambo .....	35
Cuadro N° 17. Percentiles de la estación meteorológica estación Satipo .....	35
Cuadro N° 018. Parámetros asociados a la forma - Qda. María .....	37
Cuadro N° 019. Parámetros asociados al relieve - Qda. María .....	37
Cuadro N° 020. Parámetros asociados al perfil - Qda. María .....	37
Cuadro N° 021. Parámetros asociados al drenaje - Qda. María .....	38
Cuadro N° 22. Intensidades – duración – frecuencia .....	38
Cuadro N° 23. Comparación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno .....	39
Cuadro N° 24. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno, para la unidad hidrográfica de la Qda. María .....	40



Cuadro N° 25. Caudales máximos para modelamiento.....	44
Cuadro N° 26. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n).....	44
Cuadro N° 27: Descriptores del parámetro altura del flujo .....	49
Cuadro N° 28: Matriz de comparación de pares del parámetro altura del flujo .....	49
Cuadro N° 29: Matriz de normalización del parámetro altura del flujo .....	50
Cuadro N° 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de altura del flujo .....	50
Cuadro N° 31: Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad .....	50
Cuadro N° 32: Descriptores del parámetro anomalías de precipitación .....	51
Cuadro N° 33: Matriz de comparación de pares del parámetro anomalías de precipitación .....	51
Cuadro N° 34: Matriz de normalización del parámetro anomalías de precipitación .....	51
Cuadro N° 35: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro anomalías de precipitación .....	51
Cuadro N° 36: Descriptores del parámetro unidades geológicas .....	52
Cuadro N° 37: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas .....	52
Cuadro N° 38: Matriz de normalización del parámetro unidades geológicas .....	52
Cuadro N° 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geológicas .....	52
Cuadro N° 40: Descriptores del parámetro unidades geomorfológicas.....	53
Cuadro N° 41: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas .....	53
Cuadro N° 42: Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas .....	53
Cuadro N° 43: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geomorfológicas.....	53
Cuadro N° 44: Descriptores del parámetro unidades de pendiente .....	54
Cuadro N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades de pendiente.....	54
Cuadro N° 46: Matriz de normalización del parámetro unidades de pendiente .....	54
Cuadro N° 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades de pendiente.....	54
Cuadro N° 48: Parámetros del factor condicionante .....	55
Cuadro N° 49: Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante .....	55
Cuadro N° 50: Matriz de normalización de los parámetros del factor condicionante .....	55
Cuadro N° 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro utilizado para el factor condicionante .....	55
Cuadro N° 52: Análisis de ponderación .....	55
Cuadro N° 53: Población expuesta.....	56
Cuadro N° 54: Instituciones educativas .....	56
Cuadro N° 55: Áreas de cultivo .....	56
Cuadro N° 56: Infraestructura expuesta .....	56
Cuadro N° 57: Cálculo de susceptibilidad y parámetros de evaluación .....	59
Cuadro N° 58: Cálculo de peligro .....	59
Cuadro N° 59: Estratificación del peligro a flujo de detritos.....	59
Cuadro N° 60: Niveles de peligro .....	60
Cuadro N° 61: Parámetros y ponderación .....	64
Cuadro N° 62: Descriptores del parámetro número de habitantes por lote .....	64
Cuadro N° 63: Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes por lote .....	64
Cuadro N° 64: Matriz de normalización del parámetro número de habitantes por lote.....	64
Cuadro N° 65: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro número de habitantes por lote.....	65
Cuadro N° 66: Parámetros y ponderación .....	65
Cuadro N° 67: Descriptores del parámetro grupo etario .....	65
Cuadro N° 68: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.....	65
Cuadro N° 69: Matriz de normalización del parámetro grupo etario.....	65
Cuadro N° 70: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro grupo etario .....	66

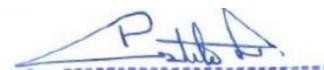
  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPREDEJ

  
 ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPREDEJ



Cuadro N° 71: Parámetros y ponderación .....	66
Cuadro N° 72: Descriptores del parámetro capacitación en GRD .....	66
Cuadro N° 73: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD .....	66
Cuadro N° 74: Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD .....	66
Cuadro N° 75: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro capacitación en GRD .....	67
Cuadro N° 76: Descriptores del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres .....	67
Cuadro N° 77: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de d.....	67
Cuadro N° 78: Matriz de normalización del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres .....	67
Cuadro N° 79: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres.....	68
Cuadro N° 80: Análisis de ponderación social .....	68
Cuadro N° 81: Parámetros de la exposición económica .....	68
Cuadro N° 82: Descriptores del parámetro cercanía al cauce .....	69
Cuadro N° 83: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía al cauce.....	69
Cuadro N° 84: Matriz de normalización del parámetro cercanía al cauce .....	69
Cuadro N° 85: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro cercanía al cauce .....	69
Cuadro N° 86: Parámetros de fragilidad económica .....	70
Cuadro N° 87: Descriptores del parámetro material predominante de las paredes.....	70
Cuadro N° 88: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes.....	70
Cuadro N° 89: Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes .....	70
Cuadro N° 90: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de las paredes.....	71
Cuadro N° 91: Descriptores del parámetro material predominante de los techos .....	71
Cuadro N° 92: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de los techos .....	71
Cuadro N° 93: Matriz de normalización del parámetro material predominante de los techos.....	71
Cuadro N° 94: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de los techos .....	72
Cuadro N° 95: Parámetros de resiliencia económica.....	72
Cuadro N° 96: Descriptores del parámetro formalización de la vivienda.....	72
Cuadro N° 97: Matriz de comparación de pares del parámetro formalización de la vivienda.....	72
Cuadro N° 98: Matriz de normalización del parámetro formalización de la vivienda .....	72
Cuadro N° 99: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro formalización de la vivienda .....	73
Cuadro N° 100: Análisis de ponderación económica .....	73
Cuadro N° 101: Parámetros de fragilidad ambiental .....	73
Cuadro N° 102: Descriptores del parámetro de disposición final de los residuos solidos .....	74
Cuadro N° 103: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición final de residuos solidos .....	74
Cuadro N° 104: Matriz de normalización del parámetro disposición final de residuos solidos .....	74
Cuadro N° 105: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro disposición final de residuos solidos.....	74
Cuadro N° 106: Parámetros de resiliencia ambiental.....	75
Cuadro N° 107: Descriptores del parámetro segregación de residuos en fuente.....	75
Cuadro N° 108: Matriz de comparación de pares del parámetro segregación de residuos en fuente .....	75
Cuadro N° 109: Matriz de normalización del parámetro segregación de residuos en fuente .....	75
Cuadro N° 110: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro segregación de residuos en fuente.....	76
Cuadro N° 111: Análisis de ponderación ambiental.....	76
Cuadro N° 112: Calculo de la vulnerabilidad social .....	76
Cuadro N° 113: Calculo de la vulnerabilidad económica.....	76
Cuadro N° 114: Calculo de la vulnerabilidad ambiental.....	77
Cuadro N° 115: Cálculo de la vulnerabilidad .....	77
Cuadro N° 116: Estratificación de la vulnerabilidad.....	77

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

  
 ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 085-2018-CENEPRD-J

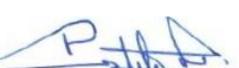


Informe de Evaluación del Riesgo por Flujo de Detritos en la Comunidad Nativa de Buenos Aires en la Cuenca del Tambo, del distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, departamento de Junín.



Cuadro N° 117: Niveles de vulnerabilidad .....	78
Cuadro N° 118: Producto del peligro y vulnerabilidad para el cálculo del riesgo .....	81
Cuadro N° 119: Niveles de matriz del riesgo .....	81
Cuadro N° 120: Estratificación del riesgo .....	81
Cuadro N° 121: Niveles del riesgo a flujo de detritos! .....	82
Cuadro N° 122: Efectos probables .....	84
Cuadro N° 123: Costo de edificaciones .....	84
Cuadro N° 124: Valoración de consecuencias .....	85
Cuadro N° 125: Valoración de la frecuencia de ocurrencia .....	85
Cuadro N° 126: Matriz de consecuencia y daños (Matriz) .....	86
Cuadro N° 127: 135: Medidas cualitativas de consecuencias y daños .....	86
Cuadro N° 128: Nivel de Aceptabilidad .....	86
Cuadro N° 129: Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia .....	87
Cuadro N° 130: Prioridad de Intervención .....	87

  
.....  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
.....  
 **ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

## ANEXO 01: LISTADO DE FOTOS



Fotografía N° 01: Vista hacia el noroeste, tramo superior de la Qda María dentro del área EVAR, sectores susceptibles al arrastre de detritos.



Fotografía N° 02: Vista hacia el suroeste tramo medio de la Qda María dentro del área EVAR, sectores altamente susceptibles al arrastre de detritos.



2 jun 2024 08:41:22  
18L 636696 8804831

Fotografía N° 03: Vista hacia el noreste tramo superior de la Qda María dentro del área EVAR, sectores susceptibles al arrastre de detritos.



2 jun 2024 09:05:33  
18L 636492 8804690

Fotografía N° 04: Vista hacia el noreste tramo medio de la Qda María dentro del área EVAR, sectores susceptibles al arrastre de detritos.



2 jun 2024 07:28:29  
18L 636480 8804732

Fotografía N° 05: Vista de instituciones educativas elemento expuesto dentro del área EVAR.



2 jun 2024 07:27:06  
18L 636443 8804713

Fotografía N° 06: Vista de la capilla del poblado de Buenos Aires, elemento expuesto dentro del área EVAR.

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

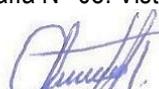
  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

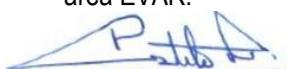


Fotografía N° 07: Vista de vivienda con muro de madera y techo de calamina, elemento expuesto dentro del área EVAR.



Fotografía N° 08: Vista de vivienda con muro de madera y techo de paja, elemento expuesto dentro del área EVAR.

  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
**ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ**  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

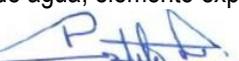


Fotografía N° 09: Vista de servicio higienico, elemento expuesto dentro del área EVAR.



Fotografía N° 10: Vista del servicio de agua, elemento expuesto dentro del área EVAR.

  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

  
ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Fotografía N° 11: Vista de entrevista realizada a pobladores de Buenos Aires dentro del área EVAR.



Fotografía N° 12: Vista de entrevista realizada a pobladores de Buenos Aires dentro del área EVAR.



Fotografía N° 13: Vista de reunión con pobladores de Buenos Aires.



Fotografía N° 14: Vista del equipo técnico y la presidenta de la comunidad Nativa de Buenos Aires.



## ANEXO 02: CALCULOS HIDROLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA (Qda. María)


Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J


ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 1.1 Ubicación geográfica

#### 1.1.1 Área de evaluación

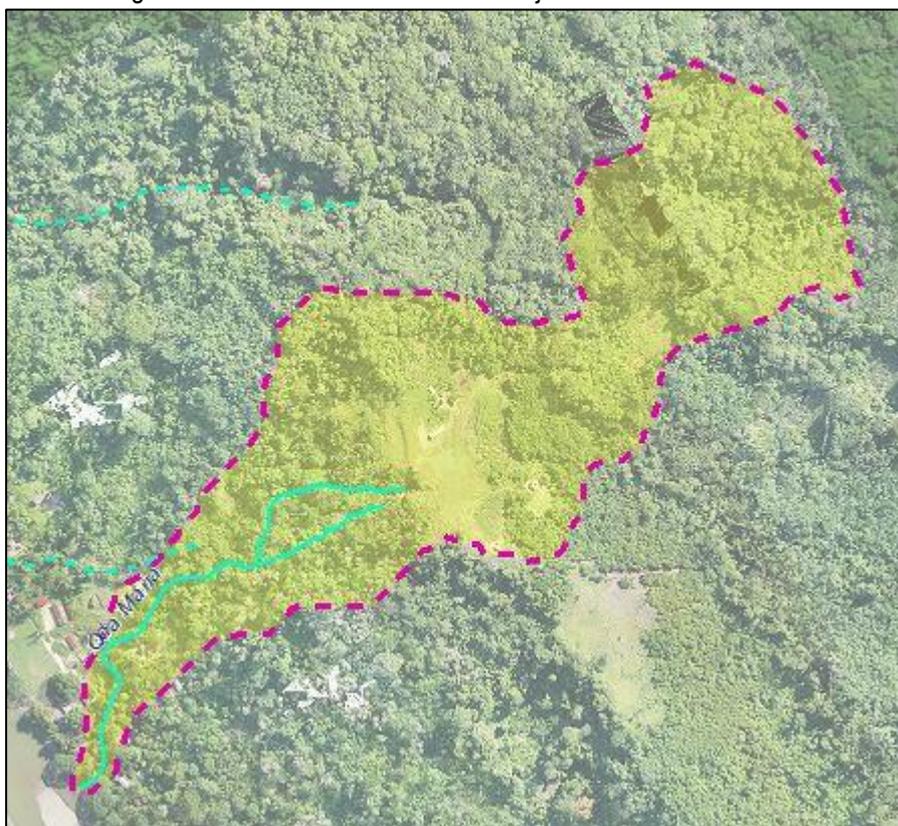
El área de evaluación comprende el área de drenaje de la Qda. María, ubicado en la comunidad nativa de Buenos Aires ubicado al norte del distrito de Río Tambo, de la provincia de Satipo – Junín.

Cuadro N° 01 Ubicación del área de drenaje - Qda María

Área del proyecto	
Departamento:	Junín
Provincia:	Satipo
Distrito:	Río Tambo
Altitud promedio:	245 m.s.n.m.
Centro poblado:	Buenos Aires
Coordenadas UTM:	E 636,426.98; N 8,804,709.9

Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 01. Ubicación del área de drenaje - Qda María



Fuente: Elaboración equipo técnico



## 1.2 Estación meteorológica

El desarrollo de este estudio ha considerado como fuente de información la estación de Satipo, debido a que es una de las estaciones más cercanas y cuenta con registro de información histórica, cuyas características se describen en la siguiente tabla:

Cuadro N° 02. Datos de la estación Satipo.

Características de la estación	
Nombre:	Estación Satipo
Latitud:	11° 13' 28.82"
Longitud:	74° 36' 31.28"
Altitud:	577 m.s.n.m.
Parámetro:	Precipitación máxima en 24 h
Departamento:	Junín
Provincia:	Satipo
Distrito:	Satipo

Fuente: Elaboración equipo técnico

## 1.3 Caracterización de la unidad hidrográfica

### 1.3.1 Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica

#### a) Área (A)

Es la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural, corresponde a la superficie limitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio y se expresa en km<sup>2</sup>.

#### b) Perímetro (P)

Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas, este se mide en unidades de longitud y se expresa en km.

#### c) Longitud de la cuenca (L)

Es la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la microcuenca.

#### d) Ancho de la cuenca (B)

Se define de la siguiente ecuación:

$$B = \frac{A}{L} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

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

L : longitud de la cuenca (km).



### e) Orientación

La orientación se determina de acuerdo a la orientación del río principal de la microcuenca en relación al Norte y se considera su influencia especialmente en las zonas de ladera en donde la inclinación de las vertientes afectará la influencia solar. La orientación de la cuenca con respecto al movimiento del sol y a la interposición de las cadenas montañosas con respecto a las corrientes de aire, es un factor que influye en su comportamiento hidro-meteorológico.

### f) Factor de forma de Horton (Kf)

Intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma. Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. Por lo tanto, se define de la siguiente ecuación:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

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

L : longitud de la cuenca (km).

### g) Coeficiente de compacidad (kc)

Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua.

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores dadas su simetría; por lo cual se tiene la siguiente tabla:

Cuadro N° 03. Características de la microcuenca de acuerdo al valor kc.

Valores de kc	Forma
1 - 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 - 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 - 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Elaboración equipo técnico



Asimismo, esto se define con la siguiente ecuación.

$$K_c = \frac{P}{P_c} = \frac{P}{2\pi R} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

P : perímetro de la cuenca (km).

Pc : perímetro de la circunferencia (km).

R : radio de la circunferencia (km).

#### h) Relación de elongación (Re)

Se define con la siguiente ecuación:

$$R_e = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

A : área de la microcuenca (km<sup>2</sup>); L : longitud de la microcuenca (km).

El valor de la relación de elongación se acerca a la unidad cuando la cuenca es muy plana y circular, cuando la cuenca es plana con porciones accidentales, la relación de elongación está entre 0.5 y 0.8.

En función de los parámetros citados, se presente el cuadro 04:

Cuadro N° 04. Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica de la Qda María.

Parámetros asociados a la forma	Descripción
Área (A)	0.25 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	2.76 km
Longitud de la microcuenca (L)	1.03 km
Ancho de la microcuenca (B)	0.37 km
Orientación	Noreste
Factor de forma de Horton (Kf)	0.24
Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius (kc)	1.54
Relación de elongación (Re)	0.55

Fuente: Elaboración equipo técnico

En el cuadro 04, se aprecian los parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica en estudio la cual consiste en área, perímetro, longitud, ancho, orientación, factor de forma de Horton, coeficiente de compacidad y relación de elongación, destaca el valor obtenido de factor de forma de Horton (Kf) es 0.24 siendo menor a la unidad lo que significa que la unidad hidrográfica no presenta una forma achatada y por lo tanto, la posibilidad de generar grandes crecidas es menor en comparación con otras unidades de áreas semejantes, respecto al coeficiente de compacidad o índice de Gravelius el resultado fue de 1.54 lo cual indica que la forma de la unidad es oval oblonga



o rectangular oblonga y la relación de elongación resultó 0.55 lo cual representa que la unidad en estudio es plana con porciones accidentadas.

### 1.3.2 Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica

#### a) Altura y elevación

Es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca, de ella dependen en gran medida la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas de un territorio. A continuación, se describen los elementos más representativos de las cuencas, derivados de la elevación:

Cota mayor de la cuenca (CM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca (msnm.).

Cota menor de la cuenca (Cm): Es la cota sobre la cual la cuenca entrega sus aguas a un cauce superior (msnm.).

Elevación promedio del relieve: Es la elevación promedio de la cuenca referida al nivel del mar.

#### a) Pendiente (S)

Es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca.

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene:

Cuadro N° 05. Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica de la Qda. Maria

Parámetros asociados al relieve	Descripción	
Altura y elevación		
Cota mayor de la microcuenca (CM)	402.50	msnm
Cota menor de la microcuenca (Cm)	245.00	msnm
Elevación promedio del relieve	323.75	msnm
Pendiente de la cuenca (S)	0.23	m/m

Fuente: Elaboración equipo técnico

El cuadro 05, especifica los parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica de la Qda. Maria tal como la cota mayor, menor, elevación promedio y pendiente de la microcuenca.

### 1.3.3 Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica

#### b) Cota mayor del cauce (CMc)

Elevación del punto más alto del cauce (msnm.).

#### c) Cota menor del cauce (Cmc)

Coincide con la cota menor de la cuenca (msnm.).

#### d) Pendiente promedio del cauce (S0)

Con base en el perfil altimétrico a lo largo del río se puede encontrar la pendiente de la recta ajustada a parejas de valores obtenidos en intervalos iguales a lo largo del cauce.

#### e) Longitud de cauce principal (Lc)



Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad del cauce; se expresa normalmente en kilómetros.

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene la siguiente tabla:

Cuadro N° 06. Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica de la Qda. María

Parámetros asociados al perfil	Descripción	
Cota mayor del cauce (CMc)	355.90	msnm
Cota menor del cauce (Cmc)	245.00	msnm
Pendiente promedio del cauce (S0)	0.19	m/m
Longitud de cauce principal (Lc)	590.93	m

Fuente: Elaboración equipo técnico

El cuadro 06, muestra los parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica de la Qda. María, siendo estos la cota mayor, menor, pendiente promedio y longitud de cauce principal en la microcuenca.

### 1.3.4 Parámetros asociados al drenaje

#### a) Orden de los cauces

El orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar tal clasificación. En este caso se optó por el método de Horton, el cual se fundamenta en los siguientes criterios: Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se une, resulta una corriente de orden dos. De manera general, cuando dos corrientes de orden  $i$  se unen, resulta una corriente de orden  $i+1$ . Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden.

#### b) Longitud de los cauces de orden uno (L1)

Una vez establecidos los cauces de orden uno, se miden las longitudes de dichas corrientes.

#### c) Densidad de drenaje (Dd)

Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas.

$$D_d = \frac{\text{Longitud de corrientes (km)}}{\text{Área de la microcuenca (km}^2\text{)}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Con el fin de catalogar una cuenca como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de densidad de drenaje próximo a  $0.5 \text{ km/km}^2$  poseen una deficiente capacidad de drenaje, mientras que valores cercanos  $3.5 \text{ km/km}^2$ , poseen una mejor eficiencia de drenaje.

#### d) Coeficiente de torrencialidad (Ct)



Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



Índice que mide el grado de torrencialidad de la cuenca, por medio de la relación del número de cauces de orden uno con respecto al área total de la misma. A mayor magnitud, mayor grado de torrencialidad presenta una cuenca.

$$C_t = \frac{N^{\circ} \text{ de cauces de orden 1}}{\text{Área de la microcuenca (km}^2\text{)}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

La descripción de las características morfométricas, fisiográficas, hidrológicas e hidráulicas entre otros, permite un mejor entendimiento del comportamiento del flujo de agua en la cuenca.

### e) Tiempo de concentración (Tc)

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes.

De acuerdo a Kirpich (1942) se tiene la siguiente ecuación:

$$T_c = 0.02L^{0.77}S_0^{-0.385} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

Tc : tiempo de concentración (min).

L : longitud del cauce principal (m).

S0 : pendiente promedio del cauce principal (m/m)

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene las siguientes tablas:

Cuadro N° 07. Parámetros asociados al drenaje de la unidad hidrográfica de la Qda. María

Parámetros asociados al drenaje	Descripción
Orden de los cauces	2.00
Longitud de los cauces de orden uno (L1)	0.36 km
Densidad de drenaje (Dd)	3.77 km/km <sup>2</sup>
Coefficiente de torrencialidad (Ct)	7.92
Tiempo de concentración (Tc)	4.67 min
Lag time	2.80 min

Fuente: Elaboración equipo técnico

El cuadro 07, muestra los parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica de la Qda. María, siendo estos el orden de los cauces, la longitud de los cauces de orden uno, la densidad de drenaje, el coeficiente de torrencialidad y el tiempo de concentración.



Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J



## 2. CÁLCULO HIDROLÓGICO

### 2.1 Fórmulas de cálculo

#### 2.1.1 Máxima avenida

Es un caudal de gran magnitud, que desborda los ríos, quebradas u otros cauces; se debe calcular o estimar el caudal de diseño en función a los caudales máximos, estando este en función directa del período de retorno seleccionado para el diseño, el mismo que a su vez depende de la importancia o trascendencia de la obra, así como de la vida útil de la misma; sin embargo, en el presente caso, se calcula estos caudales, para realizar simulaciones de inundación y de esta manera determinar o sectorizar los niveles de peligro del área de estudio.

#### a) Análisis de datos dudosos u Outlier

Este método se basa en las directrices para determinar la frecuencia de crecida de los caudales del Consejo de Recursos Hídricos de los Estados Unidos (WRC US, por sus siglas en inglés).

Este análisis es aplicado a un grupo de datos obtenidos a partir de la toma de datos de estaciones de conteo hidrográfico con el fin de determinar la validez de los datos, pues puede darse la publicación de datos erróneos debido a errores humanos o fallos en los instrumentos de medición.

Su objetivo es la determinación la existencia de valores atípicos que se apartan de manera significativa de la tendencia de los datos restantes y por lo tanto ocasionarían errores en los procedimientos de cálculo.

En primer lugar, toma en cuenta los valores máximos de precipitaciones máximas diarias en 24 horas ocurridas en cada año de estudio. Posteriormente se halla el coeficiente de sesgo del método a través del coeficiente de asimetría de los valores logarítmicos de todos los valores en estudio.

A continuación, se hace la evaluación para la existencia de datos dudosos altos a través de la Ecuación 8 y datos dudosos bajos a través de la Ecuación 9.

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$x_H = \bar{x} - k_n \cdot s \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

n : número de datos

Kn : valor recomendado obtenido del cuadro 08.

$\bar{x}$  : media de los valores logarítmicos de los datos en estudio.

S : desviación estándar de los valores logarítmicos de los datos en estudio.

$x_H$  : límite máximo o mínimo para los datos en estudio.



Cuadro N° 08. Valores recomendados para análisis outlier.

Valores $K_n$ para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de  $K_n$  de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

### b) Método de distribución Gumbel o doble exponencial

Este método es basado en las siguientes fórmulas (Chow, 1994):

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

$\alpha$  : parámetro de concentración

$\beta$  : parámetro de localización; además se tiene:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

$x$  : valor una probabilidad dada.

$\bar{x}$  : es la media de la serie.

$k$  : es el factor de la frecuencia.

### c) Curva Intensidad – Duración – Frecuencia

Es un elemento de diseño que relaciona la intensidad de la lluvia, su duración y su frecuencia (probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno); el modelo general es el siguiente:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad \text{(Ecuación 14)}$$



Donde:

I : intensidad de la lluvia máxima (mm/h).

K, m y n : coeficientes característicos de la zona de estudio.

T : periodo de diseño.

t : duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

#### d) Elección del periodo de retorno

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje menciona que, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, presentándose la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

R : riesgo de falla admisible.

T : periodo de retorno.

n : vida útil en años.

Cuadro N° 09. Valores de periodo de retorno T en años.

Riesgo admisible	Vida útil de las obras (n en años)										
	R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900	
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900	
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900	
0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899	
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897	
0.25	4	7	11	118	35	70	87	174	348	695	
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289	
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144	
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44	

Fuente: Elaboración equipo técnico

El cuadro 09, propone valores de periodos de retorno de acuerdo a lo estipulado por el MTC (2008).

#### e) Hietograma de diseño

Se obtiene a partir de las curvas de intensidad, duración y frecuencia con el método del Bloque Alterno, el mismo que se fundamenta en la siguiente fórmula (MTC, 2008):

$$Td = n\Delta t$$

(Ecuación 16)



### f) Método SCS para abstracciones

Este método se desarrolló en 1972 y se denomina Soil Conservation Service para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta, de esto se tiene que, la escorrentía directa  $Pe$  es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación  $P$ ; para ello se tiene los siguientes:

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P-Ia} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

Donde se cumple el principio de continuidad:

$$P = Pe + Ia + Fa \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Igualando las ecuaciones se tiene:

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Reemplazando  $Ia = 0.2S$  resulta:

$$Pe = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \quad \text{(Ecuación 20)}$$

### g) Número curva

Transforma la precipitación total en precipitación efectiva, basándose en el uso del suelo y considera las siguientes variables:

- Precipitación en un periodo de tiempo determinado.
- Complejidad del suelo e hidrología que considera la interrelación suelo y cobertura vegetal.

Los valores del número de curva se encuentran tabulados entre 0 y 100, y se fundamenta en la siguiente fórmula:

$$s = \frac{100}{CN} - 10 \quad \text{(Ecuación 21)}$$

Dónde:  $CN$  es el número de curva y  $S$  es la diferencia potencial máxima entre la precipitación y el caudal en una hora iniciada la tormenta representando proporcionalmente la pérdida de escorrentía por infiltración, interceptación y almacenamiento superficial.

Cuadro N° 10. Número de curva de escorrentía para usos.

Descripción del uso de tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena <sup>1</sup>	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.:				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75 % o más	39	61	74	80



condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>2</sup> :				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable <sup>3</sup>			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. <sup>4</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados <sup>4</sup>	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89
Fuente: Chow (1994).				
1. Una buena cubierta está protegida de pastizales, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.				
2. Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo de agua del techo dirigida hacia el césped donde puede infiltración adicional.				
3. Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.				
4. En algunos países con climas más cálidos se pueden utilizar 95 como número de curva.				

El cuadro 10, muestra los valores de número curva de acuerdo a los diferentes usos de suelo que se presenta en una cuenca hidrográfica, el mismo que servirá para el cálculo de la escorrentía; mediante su ponderación correspondiente por la presencia de varios tipos de uso de suelo.

## 2.2 Cálculo de la máxima avenida

### 2.2.1 Datos requeridos para la máxima avenida

#### a) Precipitación máxima en 24 horas

Los datos de precipitación máxima en 24 horas, fueron obtenidos de los registros de lluvias medidos en mm por la estación Satipo, ya que es una de las estaciones más cercana a la unidad hidrográfica en estudio y con disponibilidad de datos.

Cuadro N° 11. Precipitación máxima en 24 horas – estación Satipo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1997	26.8	11.1	17.2	7.1	12.2	10.9	30.5	38.9	39.0	45.5	36.0	51.8
1998	37.5	48.4	49.8	56.0	8.4	20.1	5.0	20.6	53.0	60.3	36.0	34.8
1999	36.1	81.2	38.2	24.6	10.5	11.8	17.0	38.5	45.3	36.2	37.5	98.5
2000	38.7	34.8	45.7	36.5	40.0	10.7	11.1	25.3	30.9	20.5	35.6	28.7
2001	20.7	59.0	53.8	51.9	14.2	8.4	53.4	30.9	41.6	89.7	57.0	60.6
2002	48.7	48.1	32.1	20.8	28.0	2.1	63.8	41.3	40.4	54.6	41.5	36.9
2003	71.9	23.4	62.3	19.0	43.7	71.6	34.0	18.5	57.1	27.8	38.0	28.2
2004	81.5	55.5	25.6	63.7	45.5	15.5	49.5	40.0	24.4	27.7	55.5	43.9
2005	19.4	63.2	41.0	53.7	5.8	9.0	28.8	34.4	13.2	59.6	82.8	46.5
2006	61.2	40.4	22.6	21.7	17.5	52.3	10.5	32.6	22.6	68.7	27.2	55.9



2007	59.7	22.8	47.0	17.6	21.8	34.4	36.3	37.7	32.0	52.2	28.0	83.4
2008	37.5	69.8	38.7	61.5	24.1	12.4	26.3	18.5	40.0	36.0	34.4	53.7
2009	35.3	63.7	34.4	40.4	47.4	25.5	35.0	7.0	61.5	100.9	36.1	57.2
2010	54.0	88.0	49.0	35.7	21.2	57.6	26.2	21.0	11.2	35.7	33.9	56.4
2011	109.4	36.9	19.8	69.4	36.4	24.7	35.6	37.7	36.3	83.9	58.0	39.5
2012	55.3	67.9	88.1	38.6	15.9	29.0	8.6	13.7	16.2	42.5	29.4	65.1
2013	25.9	80.5	69.3	20.1	13.4	46.2	8.3	83.9	30.5	44.6	38.9	47.8
2014	47.4	29.3	35.7	33.6	29.0	48.1	24.4	22.1	49.2	38.9	82.2	56.0
2015	72.7	29.8	53.5	75.0	34.2	8.1	18.9	19.8	24.0	41.1	78.5	27.5
2016	33.0	37.3	35.8	25.7	1.9	16.7	23.3	60.5	27.6	55.0	31.0	53.5
2017	49.7	40.4	55.0	48.6	74.9	32.1	13.5	24.2	42.3	57.7	54.1	65.3
2018	44.5	62.4	32.2	41.2	15.4	40.7	27.5	27.8	23.6	62.0	50.0	53.8
2019	57.6	101.0	52.2	17.3	19.5	8.0	43.7	6.4	10.9	45.8	44.2	63.0
2020	92.6	28.2	21.1	49.7	59.0	29.2	6.8	39.6	22.0	30.0	9.1	23.9
2021	36.1	33.5	44.4	46.5	24.7	15.2	17.8	8.5	18.7	30.1	52.2	77.5
2022	45.7	72.8	55.0	52.4	122.2	48.1	5.3	27.2	92.3	37.9	20.7	39.5
2023	57.3	70.0	46.6	26.1	58.8	32.8	23.3	27.2	28.3	26.3	62.0	52.8

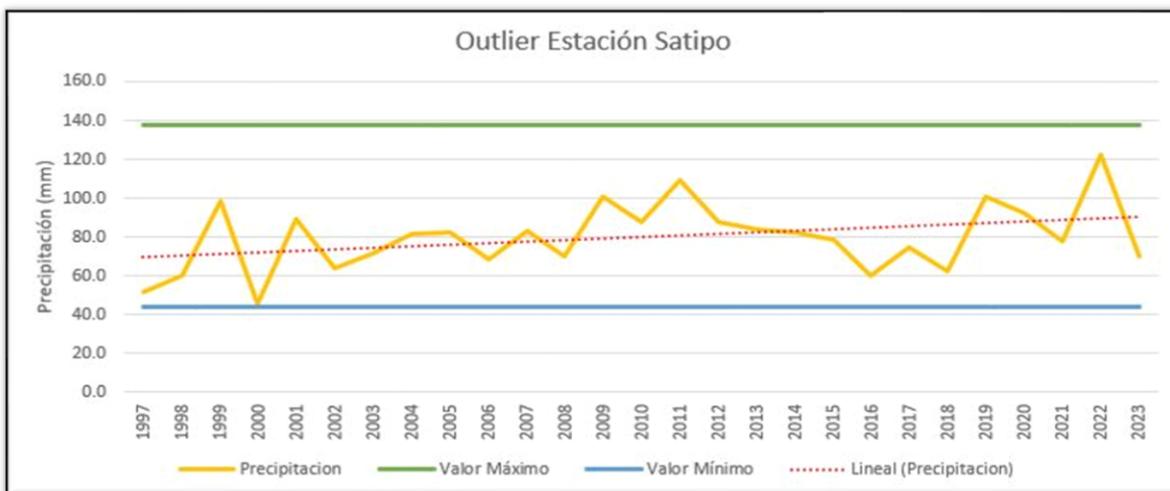
Fuente: Elaboración equipo técnico

En el cuadro 11, se muestra las precipitaciones máximas mensuales de acuerdo a la estación meteorológica de Satipo.

#### b) Análisis de datos dudosos (Outlier)

Los datos de precipitación máxima registrados por la estación más cercana a la unidad hidrográfica de estudio fueron examinados a través del método de análisis de datos dudosos con el fin de determinar la existencia de valores atípicos que se alejan de manera significativa de la tendencia de los datos restantes que pudieron producirse debido a errores de medición, y de darse el caso realizar una corrección de datos.

Gráfico N° 01. Análisis de datos dudosos de datos de precipitación de la estación Satipo.



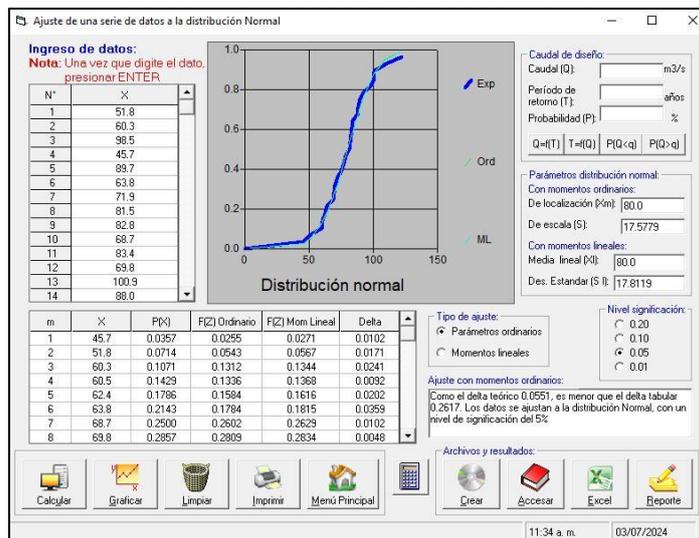
Fuente: Elaboración equipo técnico

En el Gráfico N° 01 se muestran los resultados del análisis de datos dudosos, debido a que no existen datos fuera de los valores mínimos y máximos se determina que los datos no requieren de ningún tipo de corrección y por lo tanto son aptos para usarse en los cálculos de la máxima avenida.

### c) Análisis de frecuencia

Los registros de precipitaciones máximas en 24 horas ya verificados por el método Outlier fueron analizados estadísticamente por los métodos de distribución Normal, Log Normal de 2 y 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Gamma de 2 parámetros bajo un nivel de significancia de 5 % a través del software Hidro Esta.

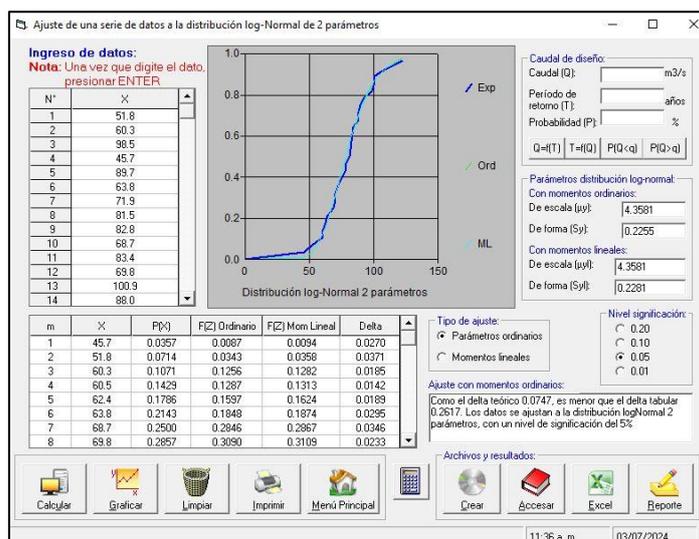
Gráfico N° 02. Cálculo de distribución normal.



Fuente: Elaboración equipo técnico

En el Gráfico N° 02 se muestra el resultado del ajuste de los datos procesados del registro de volúmenes de precipitación de la estación meteorológica de Satipo a la distribución normal, indicando que el delta teórico es de 0.0551 y el delta tabular es de 0.2617.

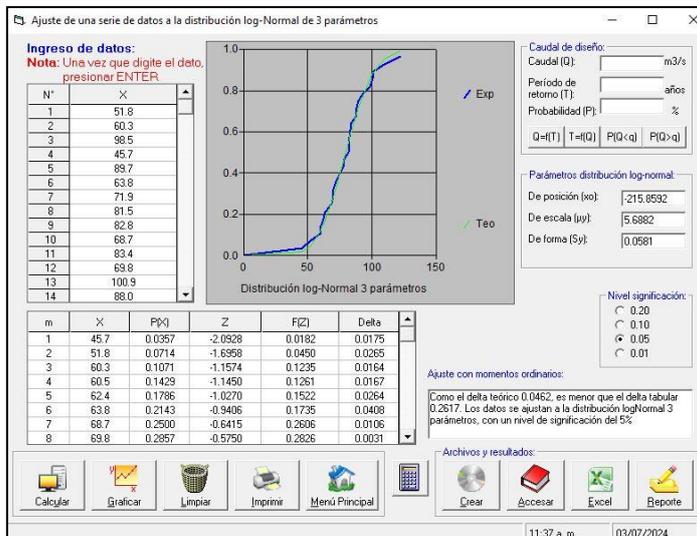
Gráfico N° 03. Cálculo de distribución LogNormal de 2 parámetros



Fuente: Elaboración equipo técnico.

En el Gráfico N° 03 se tiene el análisis para los datos de precipitación en la distribución LogNormal de 2 parámetros, indicando que el delta teórico es de 0.0747 y el delta tabular de 0.2617.

Gráfico N° 04. Cálculo de distribución LogNormal de 3 parámetros.

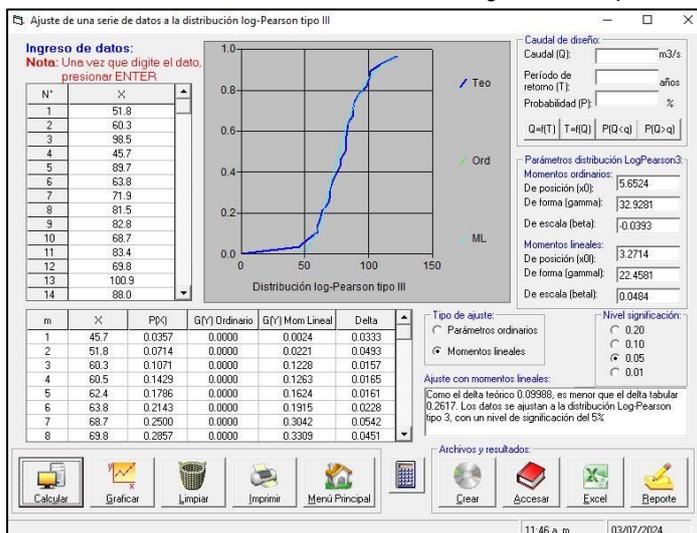


Fuente: Elaboración equipo técnico.

Se tiene el ajuste de los datos procesados del registro de volúmenes de precipitación de la estación meteorológica de Satipo a la distribución LogNormal de 3 parámetros como se expone en el

Gráfico N° 04, indicando que el delta teórico es de 0.0462 y el delta tabular también de 0.2617.

Gráfico N° 05. Cálculo de distribución Log-Pearson tipo III



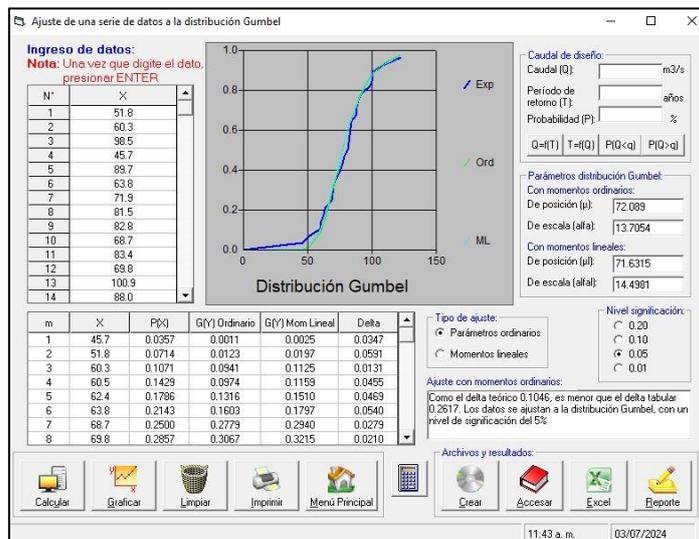
Fuente: Elaboración equipo técnico.

El

Gráfico N° 05 muestra el resultado del análisis de la distribución Log-Pearson tipo III, indicando que el delta teórico es de 0.09988 y el delta tabular también de 0.2617.



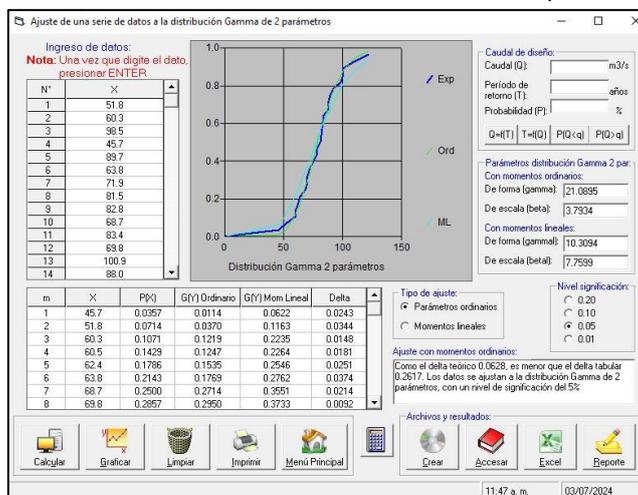
Gráfico N° 06. Cálculo de distribución de Gumbel.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

En el Gráfico N° 06 se aprecian los resultados del análisis de distribución de Gumbel para los datos de precipitación de la estación Satipo, teniendo como delta teórico 0.1046 y como delta tabular también 0.2617.

Gráfico N° 07. Cálculo de distribución Gamma de 2 parámetros



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Finalmente, el Gráfico N° 07 muestra los resultados del análisis de los datos para distribución Gamma de 2 parámetros con un delta teórico de 0.0628, y un delta tabular de 0.2617.

Cuadro N°12. Análisis de frecuencias.

Distribución	Delta teórico	Delta tabular
Normal	0.0551	0.2617
LogNormal de 2 parámetros	0.0747	
LogNormal de 2 parámetros	0.0462	
Log Pearson tipo III	0.09988	
Gumbel	0.1046	
Gamma de 2 parámetros	0.0628	

Fuente: Elaboración equipo técnico.



En el cuadro 12, se muestra el análisis de frecuencias en función de seis tipos de distribuciones donde los deltas teóricos obtenidos son menores al delta tabular de 0.2617.

**d) Distribución probabilística de Gumbel**

Dado que los análisis de frecuencia demostraron que los registros de precipitaciones máximas en 24 horas se ajustan a todas las distribuciones, incluyendo la distribución probabilística de Gumbel, por lo tanto, se decidió usar esta distribución para continuar con el cálculo de la máxima avenida.

Cuadro N° 13. Precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Periodo de retorno (años)	Variable reducida (YT)	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia (F(xT))	Corrección de intervalo fijo (XT (mm))
2	0.3665	77.1124	0.5000	87.1371
5	1.4999	92.6465	0.8000	104.6906
10	2.2504	102.9315	0.9000	116.3126
25	3.1985	115.9265	0.9600	130.9969
50	3.9019	125.5670	0.9800	141.8907
100	4.6001	135.1362	0.9900	152.7039

Fuente: Elaboración equipo técnico

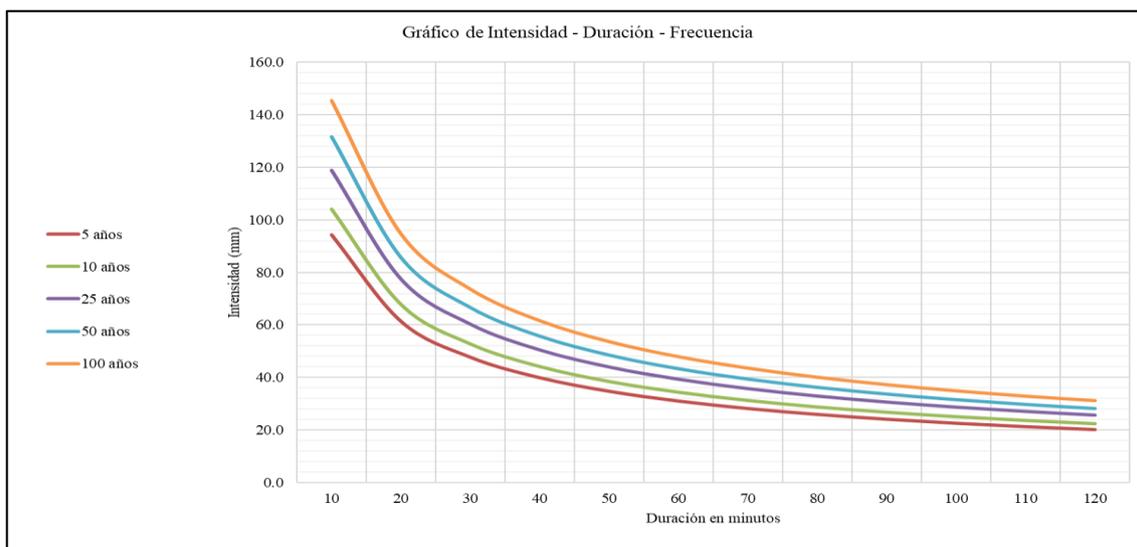
**e) Curva I-D-F**

Cuadro N° 14. Intensidades – duración – frecuencia.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
5	94.3	61.4	47.7	40.0	34.8	31.1	28.3	26.0	24.2	22.7	21.4	20.2
10	104.2	67.8	52.8	44.2	38.5	34.4	31.2	28.8	26.7	25.0	23.6	22.4
25	119.0	77.5	60.3	50.4	43.9	39.2	35.7	32.8	30.5	28.6	27.0	25.5
50	131.6	85.6	66.6	55.8	48.6	43.4	39.4	36.3	33.7	31.6	29.8	28.2
100	145.4	94.7	73.7	61.6	53.7	48.0	43.6	40.1	37.3	34.9	32.9	31.2

Fuente: Elaboración equipo técnico

Gráfico N° 08. Curva intensidad – duración – frecuencia.



Fuente: Elaboración equipo técnico



En los esquemas anteriores se aprecia los resultados del estudio de intensidad, duración y frecuencia de precipitaciones.

**f) Hietograma según tiempo de retorno para la UH de la Qda. María**

Cuadro N°15. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
10	94.27	15.71	15.71	15.71	0	10	1.32
20	61.37	20.46	4.75	4.75	10	20	1.40
30	47.75	23.87	3.41	3.41	20	30	1.59
40	39.95	26.64	2.76	2.76	30	40	1.88
50	34.80	29.00	2.36	2.36	40	50	2.36
60	31.08	31.08	2.08	2.08	50	60	3.41
70	28.25	32.96	1.88	1.88	60	70	15.71
80	26.01	34.68	1.72	1.72	70	80	4.75
90	24.18	36.27	1.59	1.59	80	90	2.76
100	22.65	37.76	1.48	1.48	90	100	2.08
110	21.35	39.15	1.40	1.40	100	110	1.72
120	20.23	40.47	1.32	1.32	110	120	1.48

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N°16. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
10	104.22	17.37	17.37	17.37	0	10	1.46
20	67.85	22.62	5.25	5.25	10	20	1.54
30	52.78	26.39	3.78	3.78	20	30	1.76
40	44.17	29.45	3.05	3.05	30	40	2.08
50	38.47	32.06	2.61	2.61	40	50	2.61
60	34.36	34.36	2.30	2.30	50	60	3.78
70	31.23	36.44	2.08	2.08	60	70	17.37
80	28.75	38.34	1.90	1.90	70	80	5.25
90	26.73	40.10	1.76	1.76	80	90	3.05
100	25.04	41.74	1.64	1.64	90	100	2.30
110	23.61	43.28	1.54	1.54	100	110	1.90
120	22.37	44.74	1.46	1.46	110	120	1.64

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N° 17131. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
10	119.00	19.83	19.83	19.83	0	10	1.66

2 | 134



20	77.47	25.82	5.99	5.99	10	20	1.76
30	60.27	30.13	4.31	4.31	20	30	2.01
40	50.43	33.62	3.49	3.49	30	40	2.37
50	43.92	36.60	2.98	2.98	40	50	2.98
60	39.24	39.24	2.63	2.63	50	60	4.31
70	35.66	41.61	2.37	2.37	60	70	19.83
80	32.83	43.78	2.17	2.17	70	80	5.99
90	30.52	45.78	2.01	2.01	80	90	3.49
100	28.60	47.66	1.87	1.87	90	100	2.63
110	26.96	49.42	1.76	1.76	100	110	2.17
120	25.54	51.08	1.66	1.66	110	120	1.87

Fuente: Elaboración equipo técnico

Cuadro N°18. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
10	131.56	21.93	21.93	21.93	0	10	1.84
20	85.65	28.55	6.62	6.62	10	20	1.95
30	66.63	33.31	4.77	4.77	20	30	2.22
40	55.76	37.17	3.86	3.86	30	40	2.62
50	48.56	40.47	3.30	3.30	40	50	3.30
60	43.38	43.38	2.91	2.91	50	60	4.77
70	39.43	46.00	2.62	2.62	60	70	21.93
80	36.30	48.40	2.40	2.40	70	80	6.62
90	33.74	50.62	2.22	2.22	80	90	3.86
100	31.61	52.69	2.07	2.07	90	100	2.91
110	29.80	54.63	1.95	1.95	100	110	2.40
120	28.24	56.48	1.84	1.84	110	120	2.07

Fuente: Elaboración equipo técnico

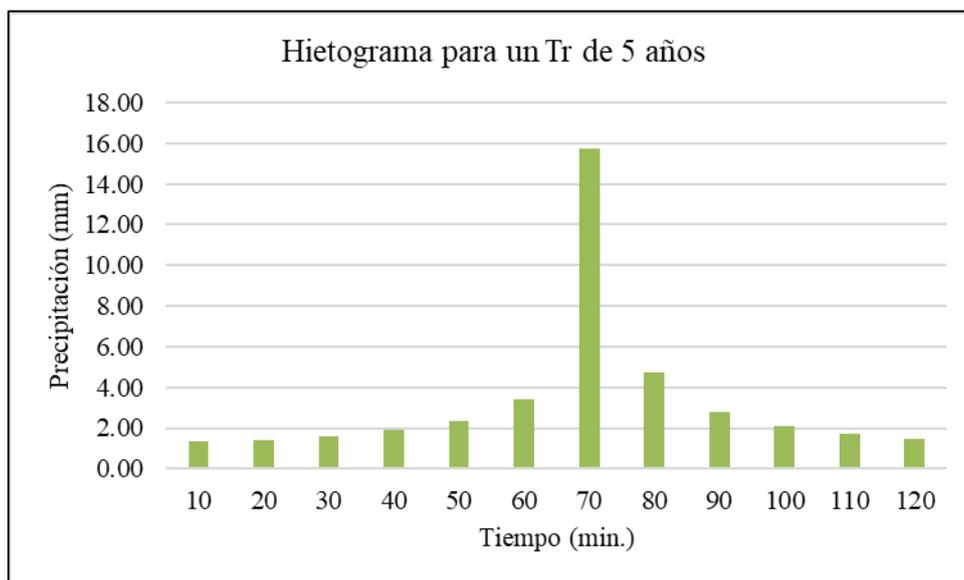
Cuadro N°19. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
10	145.44	24.24	24.24	24.24	0	10	2.03
20	94.68	31.56	7.32	7.32	10	20	2.15
30	73.66	36.83	5.27	5.27	20	30	2.45
40	61.64	41.09	4.26	4.26	30	40	2.90
50	53.68	44.74	3.64	3.64	40	50	3.64
60	47.95	47.95	3.22	3.22	50	60	5.27
70	43.59	50.85	2.90	2.90	60	70	24.24
80	40.13	53.50	2.65	2.65	70	80	7.32
90	37.30	55.96	2.45	2.45	80	90	4.26
100	34.95	58.25	2.29	2.29	90	100	3.22



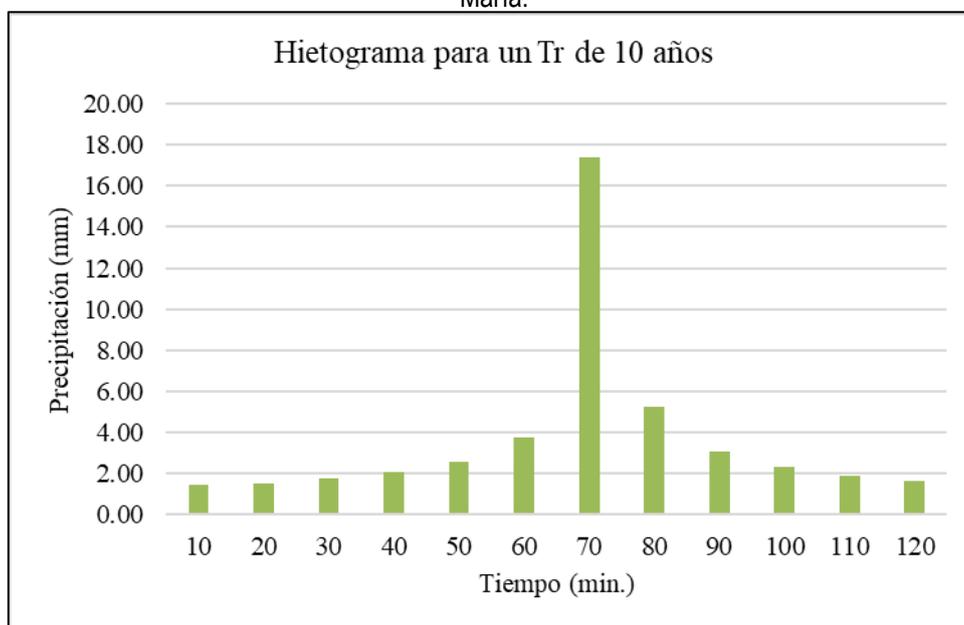
110	32.95	60.40	2.15	2.15	100	110	2.65
120	31.22	62.43	2.03	2.03	110	120	2.29

Gráfico N° 09. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Gráfico N° 10. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María.



Fuente: Elaboración equipo técnico



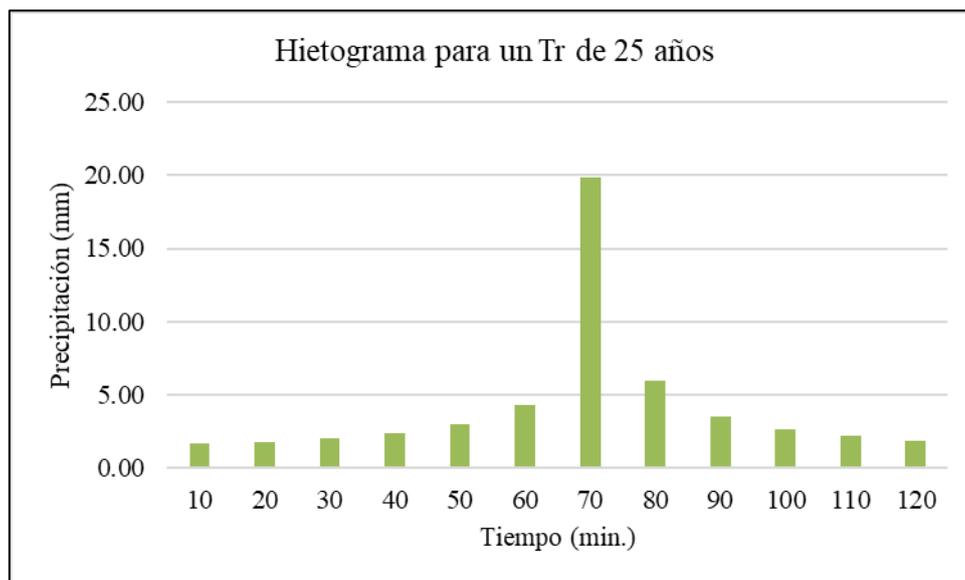
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

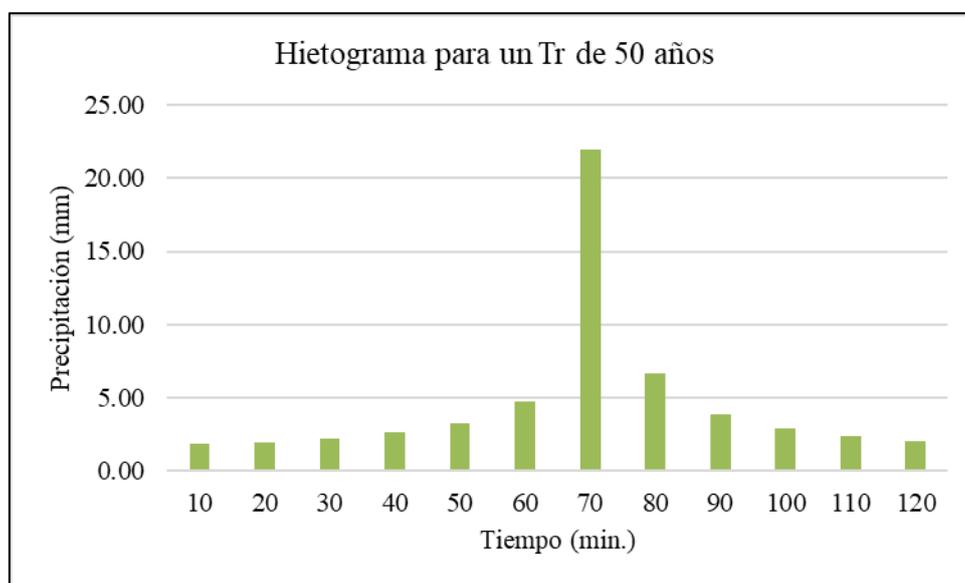


Gráfico N°11. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Gráfico N°12. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María.

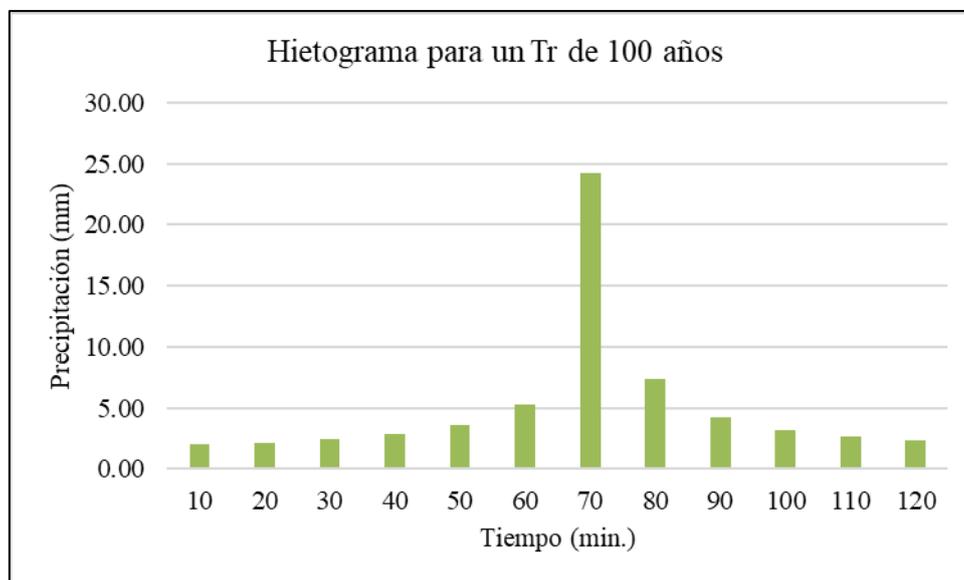


Fuente: Elaboración equipo técnico

Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J

Gráfico N° 131. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años para la unidad hidrográfica de la Qda. María.



Fuente: Elaboración equipo técnico

En los gráficos anteriores se muestran los hietogramas de diseño para la unidad hidrográfica de la Qda. María, de acuerdo al método de bloque alterno a periodos de tiempo de 5, 10, 25, 50 y 100 años.

### g) Número de curva

La estimación del número de curva fue realizada de manera ponderada, debido a los diferentes usos de suelos existentes en la zona de estudio. Los resultados del análisis ponderado se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°21. Número de curva para la unidad hidrográfica de la Qda. Chincheros.

Uso de suelo	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	CN	Po (mm)	Producto
Bosques forestales	0.158	79.108	77	60.913	12.004
Pastizales naturales	0.042	20.892	86	17.967	1.728
Total	0.200	100.000		<b>78.880</b>	13.732

Fuente: Elaboración equipo técnico

Como se describe en el cuadro anterior, el valor promedio del número de curva ponderado será de 78.880.

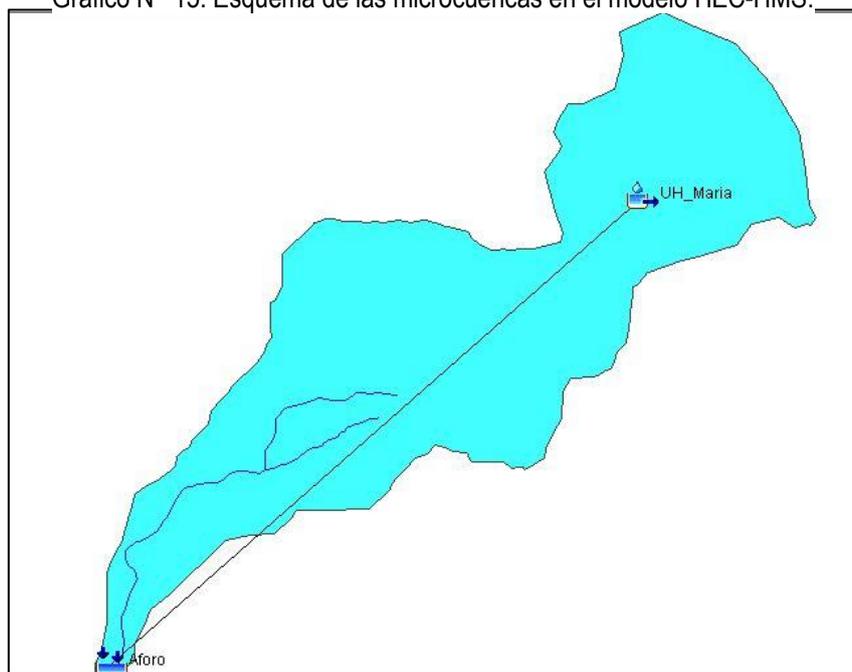
### h) Esquema del modelamiento en HEC-HMS

Con la información obtenida de la oficina de estadística e informática del Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología (SENAMHI), se procedió a efectuar el cálculo de lluvia para determinar la capacidad que se generará en la unidad estudiada.

Se estimó la probabilidad de las lluvias para diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años), para lo cual previamente se determinó la distribución de valores extremos como: Normal, Log Normal, Log Pearson tipo III, Gumbel y Gamma, siendo así que, se consideró la distribución Gumbel para el cálculo de la curva I-D-F; luego se procedió al cálculo de los caudales de los flujos que discurren a través de la UH de la Qda. María mediante el método de Soil Conservation Service (1972) SCS con ayuda del modelo HEC – HMS.

El modelamiento de los máximos caudales en diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años) se realizó mediante el modelo realizado con el software HEC-HMS.

Gráfico N° 15. Esquema de las microcuencas en el modelo HEC-HMS.



Fuente: Elaboración equipo técnico

#### i) Características de las microcuencas y método de cálculo

La estimación del caudal máximo en la zona de estudio está en función a las especificaciones del modelo HEC-HMS, los cuales se detallan a continuación:

Cuadro N°22. Características de modelamiento de la unidad hidrográfica de la Qda. María con HEC-HMS.

Características	UH de la Qda. Satipo
Área (Km <sup>2</sup> )	0.25
Loss Method	SCS Curve Number
Transform Method	SCS Unit Hydrograph
Número Curva	78.880
Impermeabilidad (%)	0.000
Lag Time (min)	2.8

Fuente: Elaboración equipo técnico



### 2.2.2 Máximas avenidas en la unidad hidrográfica de la Qda. María

Como se ha mencionado, la estimación fue realizada mediante la aplicación del modelo HEC-HMS, obteniéndose de esta manera valores del caudal máximo en diferentes periodos de retorno.

En el cuadro 23, se muestra la evolución del caudal en la zona de estudio para un periodo de retorno de 5 años, donde se puede destacar que el máximo valor alcanzable es de 6.8 m<sup>3</sup>/s.

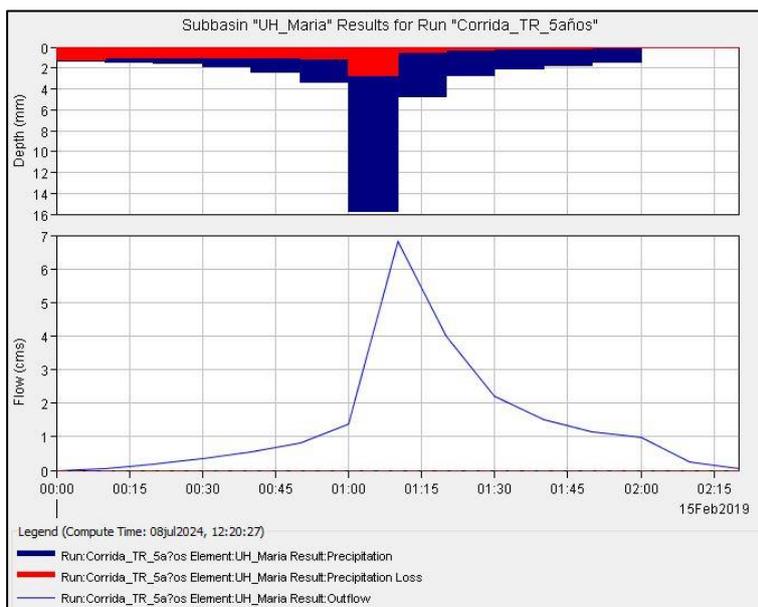
Cuadro N° 23. Caudales generados para un periodo de retorno de 5 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal base (m <sup>3</sup> /s)	Caudal - Tr 5 (m <sup>3</sup> /s)
00:00			0.0	0.0	0.0
00:10	1.32	1.20	0.1	0.0	0.1
00:20	1.40	1.06	0.2	0.0	0.2
00:30	1.59	1.00	0.3	0.0	0.3
00:40	1.88	0.97	0.5	0.0	0.5
00:50	2.36	0.98	0.8	0.0	0.8
01:00	3.41	1.10	1.4	0.0	1.4
01:10	15.71	2.70	6.8	0.0	6.8
01:20	4.75	0.45	4.0	0.0	4.0
01:30	2.76	0.22	2.2	0.0	2.2
01:40	2.08	0.15	1.5	0.0	1.5
01:50	1.72	0.12	1.2	0.0	1.2
02:00	1.48	0.09	1.0	0.0	1.0
02:10	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2
02:20	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración equipo técnico

La esquematización de la anterior tabla se muestra en la siguiente figura, donde se puede observar el desarrollo del caudal máximo en al zona de estudio.

Gráfico N° 16. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 5 años.



Fuente: Elaboración equipo técnico



La estimación del caudal máximo para el periodo de retorno de 10 años, se muestra en el cuadro 24, donde se puede detallar que el máximo valor alcanzado es de 7.7 m<sup>3</sup>/s.

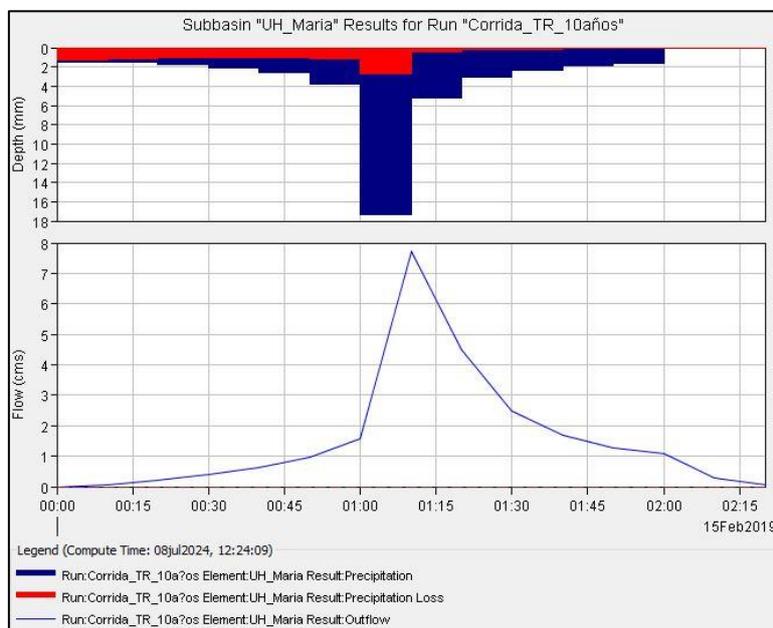
Cuadro N°24. Caudales generados para un periodo de retorno de 10 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal base (m <sup>3</sup> /s)	Caudal - Tr 10 (m <sup>3</sup> /s)
00:00			0.0	0.0	0.0
00:10	1.46	1.32	0.1	0.0	0.1
00:20	1.54	1.13	0.2	0.0	0.2
00:30	1.76	1.06	0.4	0.0	0.4
00:40	2.08	1.01	0.6	0.0	0.6
00:50	2.61	1.01	1.0	0.0	1.0
01:00	3.78	1.11	1.6	0.0	1.6
01:10	17.37	2.65	7.7	0.0	7.7
01:20	5.25	0.43	4.5	0.0	4.5
01:30	3.05	0.21	2.5	0.0	2.5
01:40	2.30	0.14	1.7	0.0	1.7
01:50	1.90	0.11	1.3	0.0	1.3
02:00	1.64	0.09	1.1	0.0	1.1
02:10	0.00	0.00	0.3	0.0	0.3
02:20	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1

Fuente: Elaboración equipo técnico

En el gráfico 17, se muestra el comportamiento esquemático del caudal y la precipitación para un periodo de retorno de 10 años.

Gráfico N° 17. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 10 años.



Fuente: Elaboración equipo técnico

En el cuadro 25, se muestra los valores procesados para un periodo de retorno de 25 años, en ella se puede destacar que el valor máximo obtenido será 9 m<sup>3</sup>/s, en un periodo de tormenta de 01:10 horas:



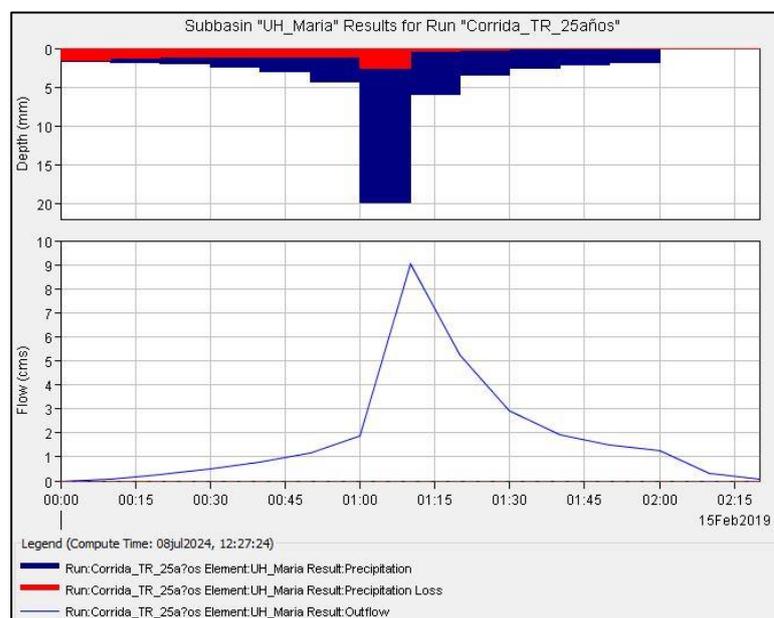
Cuadro N° 25. Caudales generados para un periodo de retorno de 25 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal base (m <sup>3</sup> /s)	Caudal - Tr 25 (m <sup>3</sup> /s)
00:00			0.0	0.0	0.0
00:10	1.66	1.48	0.1	0.0	0.1
00:20	1.76	1.25	0.3	0.0	0.3
00:30	2.01	1.14	0.5	0.0	0.5
00:40	2.37	1.06	0.8	0.0	0.8
00:50	2.98	1.04	1.2	0.0	1.2
01:00	4.31	1.12	1.9	0.0	1.9
01:10	19.83	2.58	9.0	0.0	9.0
01:20	5.99	0.41	5.3	0.0	5.3
01:30	3.49	0.20	2.9	0.0	2.9
01:40	2.63	0.13	1.9	0.0	1.9
01:50	2.17	0.10	1.5	0.0	1.5
02:00	1.87	0.08	1.3	0.0	1.3
02:10	0.00	0.00	0.3	0.0	0.3
02:20	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1

Fuente: Elaboración equipo técnico

En la siguiente figura, se muestra cómo se dio el desarrollo del caudal máximo para un periodo de retorno de 25 años, en la que se puede destacar que el mayor caudal se dará en un periodo de 70 minutos.

Gráfico N° 128. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 25 años.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Los datos obtenidos para un periodo de retorno de 50 años se muestran en el cuadro 26. Donde se destaca que el valor máximo será de 10.2 m<sup>3</sup>/s.



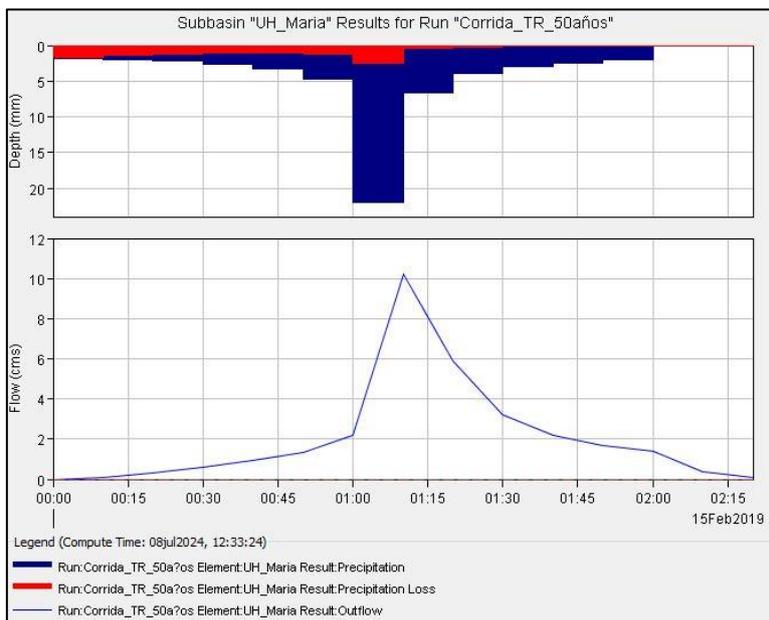
Cuadro N°26. Caudales generados para un periodo de retorno de 50 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 50 (m³/s)
00:00			0.0	0.0	0.0
00:10	1.84	1.62	0.1	0.0	0.1
00:20	1.95	1.34	0.3	0.0	0.3
00:30	2.22	1.19	0.6	0.0	0.6
00:40	2.62	1.10	0.9	0.0	0.9
00:50	3.30	1.06	1.4	0.0	1.4
01:00	4.77	1.12	2.2	0.0	2.2
01:10	21.93	2.51	10.2	0.0	10.2
01:20	6.62	0.39	5.9	0.0	5.9
01:30	3.86	0.19	3.2	0.0	3.2
01:40	2.91	0.13	2.2	0.0	2.2
01:50	2.40	0.10	1.7	0.0	1.7
02:00	2.07	0.08	1.4	0.0	1.4
02:10	0.00	0.00	0.4	0.0	0.4
02:20	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1

Fuente: Elaboración equipo técnico

En la Gráfico N° se muestra el comportamiento del caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años, en esta se puede destacar que la escorrentía se genera 70 minutos después de haberse iniciado la precipitación.

Gráfico N°19. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 50 años.



Fuente: Elaboración equipo técnico

En el cuadro 27, se muestra los valores del caudal máximo que se alcanza con un periodo de retorno de 100 años, siendo el valor máximo de 11.5 m³/s.



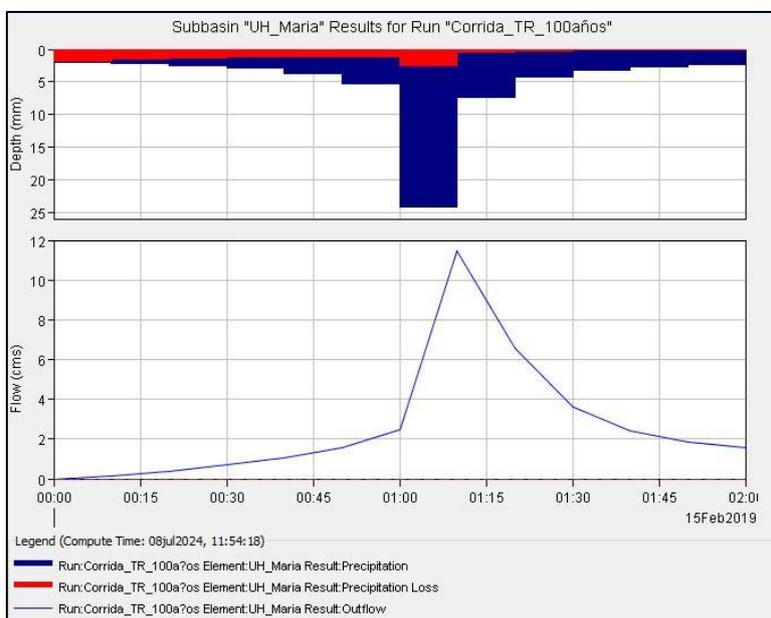
Cuadro N°27. Caudales generados para un periodo de retorno de 100 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal base (m <sup>3</sup> /s)	Caudal – Tr 100 (m <sup>3</sup> /s)
00:00			0.0	0.0	0.0
00:10	2.03	1.76	0.1	0.0	0.1
00:20	2.15	1.42	0.4	0.0	0.4
00:30	2.45	1.25	0.7	0.0	0.7
00:40	2.90	1.13	1.1	0.0	1.1
00:50	3.64	1.07	1.6	0.0	1.6
01:00	5.27	1.12	2.5	0.0	2.5
01:10	24.24	2.43	11.5	0.0	11.5
01:20	7.32	0.37	6.6	0.0	6.6
01:30	4.26	0.18	3.6	0.0	3.6
01:40	3.22	0.12	2.4	0.0	2.4
01:50	2.65	0.09	1.8	0.0	1.8
02:00	2.29	0.07	1.6	0.0	1.6
02:10	0.00	0.00	0.4	0.0	0.4
02:20	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1

Fuente: Elaboración equipo técnico

En la siguiente figura se muestra la cantidad de escorrentía generada por una precipitación con un periodo de retorno de 100 años, destacándose que dicho valor máximo será alcanzado en un tiempo de 70 minutos después de haber iniciado la precipitación.

Gráfico N°20. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 100 años.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Para una mejor comprensión de los valores descritos, en el cuadro 29, se ha realizado una comparación de los caudales máximos obtenidos para cada periodo de retorno.



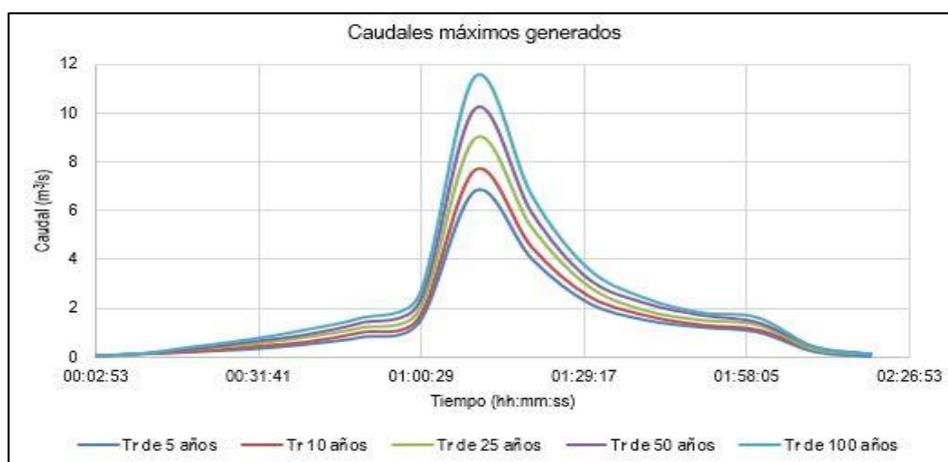
Cuadro N°29. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno.

Tiempo (H:m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)				
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
00:10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.10
00:20	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
00:30	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
00:40	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
00:50	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
01:00	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5
01:10	6.8	7.7	9.0	10.2	11.5
01:20	4.0	4.5	5.3	5.9	6.6
01:30	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6
01:40	1.5	1.7	1.9	2.2	2.4
01:50	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8
02:00	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6
02:10	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
02:20	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Caudal máximo</b>	<b>6.8</b>	<b>7.7</b>	<b>9.0</b>	<b>10.20</b>	<b>11.5</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

Complementariamente, en la siguiente figura se puede apreciar cómo es la variación del caudal máximo en los diferentes periodos de retorno analizados.

Gráfico N°21. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno



Fuente: Elaboración equipo técnico

Finalmente, los valores del caudal máximo que se puede determinar en la zona de estudio se muestran en el siguiente cuadro 30.

Cuadro N°30. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno, para la unidad hidrográfica de la Qda. María.

Periodo	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Q máx. (m <sup>3</sup> /s)	6.8	7.7	6.6	10.20	11.5

Fuente: Elaboración equipo técnico



## ANEXO 03: MAPAS TEMÁTICOS


Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J


ARQ. REBECA JACINTA ASTETE LÓPEZ  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 085-2018-CENEPRED-J