



## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO FLUJO DE DETRITOS E INUNDACIÓN FLUVIAL

**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR**  
**EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME**  
**RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO Poblado**  
**DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL**  
**SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

## INDICE

PRESENTACION.....	7
INTRODUCCION .....	8
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	9
1.1. Objetivo General.....	9
1.2. Objetivos Específicos .....	9
1.3. Finalidad .....	10
1.4. Justificación .....	10
1.5. Antecedentes.....	10
1.6. Marco Normativo .....	11
CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO .....	13
2.1. Ubicación Geográfica y política .....	13
2.2. Vías de Acceso.....	15
2.3. Características Sociales .....	17
2.3.1 Población censada, según sexo.....	17
2.3.2 Población censada, por grupos de edad.....	18
2.3.2 Población censada, por afiliación a algún tipo de seguro de salud.....	18
2.3.3 Nivel educativo alcanzado de población censada de 3 y más años de edad .....	19
2.3.4 Población censada de 3 a 24 años de edad, por condición de alfabetismo.....	19
2.3.5 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas .....	20
2.3.6 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los techos de las viviendas .....	20
2.3.7 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los pisos de las viviendas.....	21
2.3.8 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de procedencia del agua .....	21
2.3.9 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por empresa o entidad a la que pagan por el servicio de agua .....	22
2.3.10 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de servicio higiénico en la vivienda.....	23
2.3.11 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública .....	23
2.3.12 Total de hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar sus alimentos .....	24
2.4. Características Económicas .....	24
2.4.1 Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad .....	24
2.4.2 Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad, rama de actividad económica.....	25
2.5. Condiciones Físicas del Territorio .....	26
2.6. Identificación de peligros naturales en el área de intervención y vías de acceso .....	42
CAPITULO III: DETERMINACION DEL PELIGRO .....	71
3.1. Metodología para la determinación del peligro.....	71
3.2. Identificación del área de influencia .....	72
3.3. Recopilación y análisis de información recopilada .....	73
3.4. Identificación de probable área de influencia .....	74
3.5. Parámetros de evaluación .....	75
3.5.1 Parámetro de evaluación para flujo de detritos.....	75

3.5.2 Parámetro de evaluación para inundación fluvial.....	75
3.6. Susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y desencadenantes) .....	76
3.6.1 Factores condicionantes para peligro por flujo de detritos .....	76
3.6.2 Factores condicionantes para peligro por inundación fluvial.....	78
3.6.3 Factor desencadenante para peligro por flujo de detritos e inundación fluvial.....	79
3.7. Análisis de elementos expuestos (social, económico y ambiental) .....	79
3.8. Definición de escenarios .....	84
3.9. Estratificación del nivel del peligro .....	85
3.9.1 Estratificación del nivel del peligro por flujo de detritos.....	85
3.9.2 Estratificación del nivel del peligro por inundación fluvial .....	86
3.10. Niveles de peligro .....	88
3.11. Mapa de peligro.....	89
<b>CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD.....</b>	<b>94</b>
4.1. Análisis de vulnerabilidad .....	94
4.2. Vulnerabilidad en la dimensión social .....	95
4.2.1 Exposición social:.....	95
4.2.2 Fragilidad social: .....	95
4.3. Vulnerabilidad en la dimensión económica .....	95
4.3.1 Exposición económica: .....	95
4.3.2 Fragilidad económica: .....	97
4.3.3 Resiliencia económica: .....	98
4.4. Vulnerabilidad en la dimensión ambiental .....	100
4.4.1 Exposición Ambiental:.....	100
4.4.2 Fragilidad Ambiental: .....	100
4.4.3 Resiliencia Ambiental:.....	101
4.5. Estratificación de la vulnerabilidad .....	102
4.6. Niveles de vulnerabilidad.....	111
4.7. Mapa de vulnerabilidad .....	111
<b>CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO.....</b>	<b>112</b>
5.1. Metodología para el cálculo del riesgo .....	112
5.2. Niveles de riesgo .....	113
5.3. Estratificación del nivel de riesgo .....	114
5.4. Mapa de riesgos .....	116
5.5. Matriz de riesgos .....	116
5.6. Cálculo de efectos probables (daños y pérdidas).....	131
5.6.1 Cálculo de efectos probables (flujo de detritos) .....	131
5.6.2 Cálculo de efectos probables (Inundación fluvial).....	132
<b>CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....</b>	<b>133</b>
6.1. Costo efectividad .....	133
6.2. Control de riesgos .....	133
6.2.1 Aceptabilidad / tolerabilidad .....	133
6.3. Medidas de prevención y reducción de riesgo de desastres .....	137
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>140</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>142</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>144</b>
Panel fotográfico.....	144

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto .....	15
Cuadro 2: Población censada, según sexo.....	17
Cuadro 3: Población censada, por grupos de edad.....	18
Cuadro 4: Población censada, por afiliación a algún tipo de seguro de salud.....	18
Cuadro 5: Nivel educativo alcanzado de población censada de 3 y más años de edad .....	19
Cuadro 6: Población censada de 3 a 24 años de edad, por condición de alfabetismo.....	19
Cuadro 7: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas .....	20
Cuadro 8: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los techos de las viviendas .....	21
Cuadro 9: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los pisos de las viviendas .....	21
Cuadro 10: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de procedencia del agua .....	22
Cuadro 11: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por empresa o entidad a la que pagan por el servicio de agua.....	22
Cuadro 12: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de servicio higiénico en la vivienda.....	23
Cuadro 13: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública .....	23
Cuadro 14: Total de hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar sus alimentos .....	24
Cuadro 15: Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad .....	25
Cuadro 16: Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad, rama de actividad económica .....	26
Cuadro 17: Ciclo estacional de lluvias en el sector andino de Ichuña .....	28
Cuadro 18: Precipitación total mensual (mm) según estaciones meteorológicas de Moquegua estación Ichuña 2020 .....	29
Cuadro 19: registrados por fecha y fenómeno según INDECI .....	44
Cuadro 20: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) .....	46
Cuadro 21: Registro fotográfico de información de campo.....	50
Cuadro 22: Caracterización del Peligro .....	72
Cuadro 23: Parámetro de evaluación para flujo de detritos .....	75
Cuadro 24: Parámetro de evaluación para inundación fluvial.....	76
Cuadro 25: Factores condicionantes – Unidades geomorfológicas .....	77
Cuadro 26: Factor condicionante – Pendiente .....	77
Cuadro 27: Factores condicionantes - Unidades Geológicas .....	77
Cuadro 28: Factores condicionantes – Unidades geomorfológicas .....	78
Cuadro 29: Factor condicionante – Pendiente .....	78
Cuadro 30: Factores condicionantes - Unidades Geológicas .....	79
Cuadro 31: Factor desencadenante - Intensidad de Precipitación en (mm/24 horas) .....	79
Cuadro 32: Estratificación de Nivel de Peligro por flujo de detritos .....	86
Cuadro 33: Estratificación de Nivel de Peligro por inundación fluvial .....	87
Cuadro 34: Niveles de peligro para flujo de detritos .....	88
Cuadro 35: Niveles de peligro para inundación fluvial .....	88

Cuadro 36: Metodología para el análisis de vulnerabilidad .....	94
Cuadro 37: Exposición social - Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía ....	95
Cuadro 38: Fragilidad social - Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía .....	95
Cuadro 39: Vulnerabilidad Económica - Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua .....	96
Cuadro 40: Vulnerabilidad Económica - Distancia al cauce de río, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía .....	96
Cuadro 41: Vulnerabilidad Económica - Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas).....	96
Cuadro 42: Fragilidad económica - Ausencia o precariedad de obras de drenaje .....	98
Cuadro 43: Fragilidad económica - Condición estructural y estado de conservación de la vía .....	98
Cuadro 44: Fragilidad económica - Tipo de superficie y material de la calzada .....	98
Cuadro 45: Fragilidad económica - Presencia de bienes culturales o arqueológicos expuestos.....	98
Cuadro 46: Resiliencia Económica - Frecuencia de mantenimiento vial .....	99
Cuadro 47: Resiliencia Económica - Autonomía financiero del Mantenimiento vial .....	99
Cuadro 48: Exposición Ambiental - Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua.....	100
Cuadro 49: Fragilidad Ambiental - Cobertura vegetal.....	101
Cuadro 50: Fragilidad Ambiental - Cuerpos de agua y humedales .....	101
Cuadro 51: Resiliencia Ambiental - Tipo de suelo po su capacidad del ecosistema para recuperarse ....	101
Cuadro 52: Estratificación del nivel de vulnerabilidad.....	103
Cuadro 53: Niveles de Vulnerabilidad.....	111
Cuadro 54: Metodología para estimar los niveles de riesgo .....	113
Cuadro 55: Niveles de Riesgo por flujo de detritos.....	113
Cuadro 56: Niveles de Riesgo por inundación fluvial.....	113
Cuadro 57: Estratificación del nivel de riesgo para flujo de detritos .....	114
Cuadro 58: Estratificación del nivel de riesgo para inundación fluvial .....	115
Cuadro 59: Matriz de Riesgo por flujo de detritos.....	116
Cuadro 60: Matriz de Riesgo por inundación fluvial.....	116
Cuadro 61: Costos de efectos probables - Flujo de detritos .....	131
Cuadro 62: Costos de efectos probables - Inundación fluvial.....	132
Cuadro 63: Costo efectividad.....	133
Cuadro 64: Nivel de consecuencias .....	134
Cuadro 65: Nivel de frecuencia de ocurrencia .....	134
Cuadro 66: Matriz de consecuencias y daños .....	135
Cuadro 67: Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo .....	135
Cuadro 68: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo .....	136
Cuadro 69: Prioridad de intervención .....	136

## INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación política.....	14
Mapa 2: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Moquegua – Desvió Ichuña) .....	16
Mapa 3: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Arequipa – Desvió Ichuña).....	16
Mapa 4: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Puno – Desvió Ichuña) .....	17
Mapa 5: Mapa climático y precipitación del departamento de Moquegua 2020 .....	30
Mapa 6: Mapa de pendientes flujo de detritos KM 0+000 a 23+000.....	32

Mapa 7: Mapa de pendientes flujo de detritos KM 23+000 a 41+377 .....	33
Mapa 8: Mapa de pendientes inundación KM 0+000 a 23+000.....	34
Mapa 9: Mapa de pendientes inundación KM 23+000 a 41+377 .....	35
Mapa 10: Mapa de unidades geológicas KM 0+000 a 23+000.....	37
Mapa 11: Mapa de unidades geológicas KM 23+000 a 41+377 .....	38
Mapa 12: Mapa de unidades geomorfológicas KM 0+000 a 23+000.....	40
Mapa 13: Mapa de unidades geomorfológicas KM 23+000 a 41+377 .....	41
Mapa 14: Área de influencia para análisis de eventos pasados Radio=17km.....	43
Mapa 15: Área de influencia de la evaluación .....	73
Mapa 16: Mapa de elementos expuestos KM 0+000 a 23+000.....	82
Mapa 17: Mapa de elementos expuestos KM 23+000 a 41+377 .....	83
Mapa 18: Mapa de peligro por flujo de detritos KM 0+000 a 23+000 .....	90
Mapa 19: Mapa de peligro por flujo de detritos KM 23+000 a 41+377 .....	91
Mapa 20: Mapa de peligro por inundación fluvial KM 0+000 a 23+000 .....	92
Mapa 21: Mapa de peligro por inundación fluvial KM 23+000 a 41+377 .....	93
Mapa 22: Mapa de vulnerabilidad KM 0+000 a 7+100 .....	104
Mapa 23: Mapa de vulnerabilidad KM 7+100 a 13+900 .....	105
Mapa 24: Mapa de vulnerabilidad KM 13+900 a 20+200 .....	106
Mapa 25: Mapa de vulnerabilidad KM 20+200 a 26+300 .....	107
Mapa 26: Mapa de vulnerabilidad KM 26+300 a 33+500 .....	108
Mapa 27: Mapa de vulnerabilidad KM 33+500 a 39+600 .....	109
Mapa 28: Mapa de vulnerabilidad KM 39+600 a 41+377 .....	110
Mapa 29: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 0+000 a 7+100 .....	117
Mapa 30: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 7+100 a 13+900 .....	118
Mapa 31: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 13+900 a 20+200 .....	119
Mapa 32: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 20+200 a 26+300 .....	120
Mapa 33: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 26+300 a 33+500 .....	121
Mapa 34: Mapa de riesgo por flujo de detritos 33+500 a 39+600.....	122
Mapa 35: Mapa de riesgo por flujo de detritos 39+600 a 41+377 .....	123
Mapa 36: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 0+000 a 7+100 .....	124
Mapa 37: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 7+100 a 13+900 .....	125
Mapa 38: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 13+900 a 20+200 .....	126
Mapa 39: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 20+200 a 26+300 .....	127
Mapa 40: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 26+300 a 33+500 .....	128
Mapa 41: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 33+500 a 39+600 .....	129
Mapa 42: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 39+600 a 41+377 .....	130



## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

## INDICE DE FOTOS

Foto 1: Vista de inicio de tramo 0+000 - Ingreso a la vía por Jancopujo .....	144
Foto 2: Vista de lagunas cercanas a la Vía de estudio km 1+000 .....	144
Foto 3: Vista de Fauna silvestre cercano a la vía en estudio km 2+380.....	145
Foto 4: Vista panorámica de la vía en estudio Km 7+460 .....	145
Foto 5: Vista de bofedales que colindan con la vía en estudio Km 8+080.....	146
Foto 6: Vista de bofedales que colindan con la vía en estudio Km 10+360.....	146
Foto 7: Vista de alcantarilla existente Km 10+880 .....	147
Foto 8: Vista de alcantarilla existente en muy mal estado de conservación km 12+710 .....	147
Foto 9: vista de Puente Bertani km 15+700.....	148
Foto 10: Vista de inicio de trazo nuevo Km 17+010 .....	148
Foto 11: Vista de inicio de trazo nuevo Km 22+480 .....	149
Foto 12: Vista de zona arqueológica km 37+700.....	149
Foto 13: Vista de zona arqueológica km 37+700.....	150
Foto 14: Vista de fin de tramo vial - Crucero.....	150

## PRESENTACION

El presente Estudio de Evaluación de Riesgo tiene por finalidad analizar los impactos potenciales asociados a la ocurrencia de peligros hidrometeorológicos en el ámbito geográfico correspondiente al proyecto “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular Empalme Ruta Nacional PE-36B (Jancopujo) – Empalme Ruta Departamental MO-106 (Crucero) – Centro Poblado de Ichuña, Distrito de Ichuña, Provincia de General Sánchez Cerro, Departamento de Moquegua”.

En nuestro país, los desastres vinculados a fenómenos naturales continúan representando una amenaza relevante para la infraestructura vial y para la seguridad de la población. La presencia de ríos, quebradas activas y eventos de precipitación intensa puede generar interrupciones del tránsito y daños en la vía cuando no se cuentan con medidas de prevención y reducción del riesgo adecuadas.

Considerando esta realidad, la gestión del riesgo de desastres constituye un componente esencial para garantizar la sostenibilidad de cualquier intervención en infraestructura. La evaluación desarrollada se enmarca en la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, así como en el D.S. N.º 038-2021-PCM, cuyo lineamiento L4.1 establece la obligación de incorporar la gestión del riesgo en la inversión pública, público-privada y privada.

Para el desarrollo de esta evaluación se ha aplicado la metodología establecida en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, que permite identificar y analizar de manera ordenada los peligros, vulnerabilidades, niveles de riesgo y las medidas de control necesarias. En este caso, el estudio se concentra en los peligros de inundación fluvial y flujo de detritos, ambos relevantes por las características hidrológicas y geomorfológicas del área de intervención.

El Estudio se estructura en seis capítulos que abordan de manera progresiva los componentes del proceso de evaluación. Se presenta inicialmente la información general del estudio, seguida por la descripción del área de intervención. Luego, se desarrolla la identificación y caracterización de los peligros priorizados, la estimación de la vulnerabilidad en sus dimensiones social, económica y ambiental, y finalmente se determina el nivel de riesgo integrando los factores antes mencionados. Se plantean también medidas orientadas al control y reducción del riesgo, con el fin de asegurar la continuidad operativa y la sostenibilidad del proyecto.

Este documento constituye, en conjunto, una herramienta técnica para apoyar la toma de decisiones responsables y asegurar que la infraestructura proyectada minimice la exposición a los efectos adversos de fenómenos naturales.

## INTRODUCCION

La ocurrencia de fenómenos naturales, aquellos de origen hidrometeorológico como las inundaciones fluviales y los de geodinámica externa como son los flujos de detritos, constituyen una amenaza constante para la infraestructura vial en el Perú, particularmente en zonas alto andinas donde la presencia de ríos, quebradas activas y pendientes pronunciadas incrementan la susceptibilidad del territorio. Estas condiciones generan impactos relevantes en los proyectos de transporte, ya que las vías de comunicación cumplen un rol fundamental para la conectividad, el desarrollo económico y la atención oportuna ante emergencias.

En este contexto, el presente Estudio tiene por finalidad evaluar el riesgo asociado a los peligros de inundación fluvial y flujo de detritos en el área de influencia directa e indirecta del proyecto de inversión pública “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular Empalme Ruta Nacional PE-36B (Jancopujo) – Empalme Ruta Departamental MO-106 (Crucero) – Centro Poblado de Ichuña, Distrito de Ichuña – Provincia de General Sánchez Cerro – Departamento de Moquegua”. El corredor vial se desarrolla en un ámbito donde confluyen cauces activos y laderas con potencial de generar aportes de escorrentía, lo que hace necesario contar con un análisis técnico que permita identificar zonas críticas y orientar medidas de prevención, mitigación y reducción.

La evaluación se desarrolla conforme a los lineamientos técnicos del “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales” elaborados y establecidos por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en concordancia con el marco normativo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que establece la incorporación obligatoria de la gestión del riesgo en la inversión pública. El objetivo principal es identificar y caracterizar los peligros seleccionados, analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental, y determinar el nivel de riesgo resultante.

El Estudio se organiza en seis capítulos que desarrollan las fases del proceso de evaluación establecidas por el CENEPRED: aspectos generales del estudio, caracterización del área geográfica, determinación del nivel de peligro, análisis de vulnerabilidad, cálculo del riesgo y medidas de control. Asimismo, se incorporan insumos técnicos como cartografía temática, resultados del procesamiento de la información topográfica entregada por la entidad, fotografías georreferenciadas y anexos complementarios, en cumplimiento de los requisitos exigidos para sustentar proyectos en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

Este documento constituye una herramienta técnica para apoyar la toma de decisiones responsables, orientadas a asegurar que el diseño y ejecución del proyecto se realicen bajo un enfoque de gestión del riesgo que minimice las amenazas naturales y contribuya al desarrollo territorial seguro y resiliente.

## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Objetivo General

Realizar la evaluación del riesgo de desastre por peligros de origen natural, específicamente por inundación fluvial y flujo de detritos, que pueden afectar la infraestructura vial proyectada en el marco del proyecto “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular Empalme Ruta Nacional PE-36B (Jancopujo) – Empalme Ruta Departamental MO-106 (Crucero) – Centro Poblado de Ichuña, Distrito de Ichuña – Provincia de General Sánchez Cerro – Departamento de Moquegua”, a fin de determinar los niveles de riesgo existentes, identificar escenarios probables y proponer medidas de prevención, reducción y control del riesgo, tanto estructurales como no estructurales, que contribuyan a garantizar la sostenibilidad y seguridad de la inversión pública conforme a los lineamientos técnicos establecidos por el CENEPRED y el marco normativo del SINAGERD, incluido lo dispuesto en el D.S. N.º 038-2021-PCM.

### 1.2. Objetivos Específicos

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros de origen natural presentes en el área de estudio, con énfasis en los peligros de inundación fluvial y flujo de detritos, evaluando sus factores condicionantes y desencadenantes, su dinámica espacial y temporal, y su posible impacto sobre la infraestructura vial y las poblaciones cercanas.
- Analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos a los peligros evaluados, considerando componentes físicos (infraestructura vial proyectada), sociales y económicos, evaluando su fragilidad y capacidad de respuesta ante un evento adverso.
- Determinar y calcular el nivel de riesgo de desastre en función de la interacción entre peligro y vulnerabilidad, estableciendo escenarios de riesgo diferenciados y su representación cartográfica mediante mapas temáticos, de acuerdo con la metodología del CENEPRED.
- Formular recomendaciones técnicas estructurales y no estructurales orientadas a la prevención, reducción o mitigación del riesgo identificado, priorizando medidas viables y compatibles con el diseño del proyecto vial, que garanticen la operatividad y seguridad de la infraestructura propuesta.

### 1.3. Finalidad

La finalidad del presente estudio es contribuir a la toma de decisiones informadas y responsables en el marco del proceso de inversión pública, mediante la identificación, evaluación y control del riesgo de desastre asociado a los peligros de inundación fluvial y flujo de detritos que podrían afectar la infraestructura vial proyectada. Se busca asegurar la sostenibilidad técnica, social y ambiental del proyecto, priorizando la seguridad de la población y la funcionalidad de la vía ante posibles eventos naturales adversos.

### 1.4. Justificación

La intervención propuesta se ubica en una zona geográfica con alta susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos naturales, en particular inundaciones fluviales y flujos de detritos, que pueden ocasionar desbordes, afectaciones a la plataforma vial o interrupciones del tránsito. En este sentido, la elaboración de una evaluación de riesgo es una exigencia técnica y normativa para garantizar que el diseño del proyecto de infraestructura vial incorpore medidas adecuadas de prevención, reducción y control del riesgo. Además, esta evaluación permite cumplir con los requisitos del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe) y del SINAGERD, contribuyendo a una inversión eficiente, segura y resiliente.

### 1.5. Antecedentes

El presente estudio de Evaluación de Riesgo se desarrolla en el marco del proyecto de inversión pública denominado “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular Empalme Ruta Nacional PE-36B (Jancopujo) – Empalme Ruta Departamental MO-106 (Crucero) – Centro Poblado de Ichuña”, identificado con Código Único de Inversión (CUI) N.º 2489734 y registrado en el Banco de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas – Invierte.pe.

El tramo vial de intervención tiene una longitud aproximada de 41.37 kilómetros, comprendido entre el sector de Jancopujo, en el límite departamental entre Moquegua y Puno, y el ingreso a la localidad de Crucero, en el distrito de Ichuña, provincia General Sánchez Cerro. Este corredor constituye una vía vecinal de importancia regional para la conectividad local, siendo actualmente la más transitada de la zona según el estudio de tráfico elaborado por la entidad proponente, el cual reporta un Índice Medio Diario (IMD) de 87 vehículos por día.

Con el objetivo de mejorar la transitabilidad y la seguridad vial, el proyecto contempla intervenciones de infraestructura vial y estructuras complementarias. Dado que el área de influencia se encuentra en una zona con antecedentes de eventos naturales, es fundamental incorporar un enfoque de gestión del riesgo en el diseño y planificación del proyecto.

En ese marco, se realizó una consulta a la base de datos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), considerando un radio de 17 kilómetros alrededor del área de estudio. Dicha revisión permitió identificar registros de emergencias asociadas principalmente a crecidas repentinas, activación de quebradas y afectaciones por desbordes en distintos puntos del valle, con incidencias cercanas al trazado proyectado.

Estos antecedentes evidencian la exposición del proyecto a peligros de origen natural, principalmente inundación fluvial y flujo de detritos, lo que justifica la elaboración de un Estudio de Evaluación de Riesgo como parte integral del expediente técnico, en cumplimiento de lo dispuesto por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el reglamento del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones – Invierte.pe..

### 1.6. Marco Normativo

La elaboración del presente Estudio de evaluación de riesgo se enmarca en el siguiente marco normativo:

- **Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)**  
Crea el SINAGERD como sistema interinstitucional, establece que los gobiernos regionales y gobiernos locales son responsables de desarrollar las acciones de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) en el ámbito de su competencia. Específicamente, el numeral 14.1 señala que formulan, aprueban normas y planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, así como de Preparación, Respuesta, Rehabilitación y Reconstrucción, 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.
- **Decreto Supremo N.º 048-2011-PCM – Reglamento de la Ley N.º 29664**  
Regula la estructura, funciones y procedimientos del SINAGERD, indica que los gobiernos regionales y locales tienen la función de: "Incorporar en sus procesos de planificación, de ordenamiento territorial, de gestión ambiental y de inversión pública, la Gestión del Riesgo de Desastres, para identificar y reducir los riesgos existentes y futuros, así como evitar la generación de nuevos riesgos...".
- **Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 29664, Ley que crea el SINAGERD,**  
Crease el SINAGERD como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar los riesgos asociados a peligros, priorizar la prevención para evitar la generación de nuevos riesgos, reducir o minimizar sus efectos, así como, la preparación y respuesta ante situaciones de emergencia o desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres."
- **Decreto Supremo N.º 060-2024-PCM – Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM**

Los Gobiernos Regionales y Locales identifican el nivel de riesgo de desastres existente en sus áreas de jurisdicción.

- **Decreto Supremo N.º 038-2021-PCM – Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres**  
establece el rumbo para que todas las entidades del Estado y la sociedad en su conjunto protejan la vida, la salud y el patrimonio de las personas ante los peligros naturales y antrópicos.
- **Decreto Supremo N.º 115-2022-PCM – Aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD 2022–2030)**  
Instrumento marco que orienta la planificación de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) para implementar la Política Nacional de GRD al 2050.
- **Decreto Supremo N.º 038-2021-PCM – Lineamientos para la Gestión del Riesgo en la Inversión Pública (Lineamiento L4.1)**  
Establece Implementar mecanismos para incorporar la gestión del riesgo de desastres en las inversiones públicas, público/privadas y privadas.
- **Ley N° 27867 – Ley Orgánica de Gobiernos Regionales**  
Establece como función de los gobiernos regionales implementar políticas de prevención y atención ante desastres, en articulación con los sistemas nacionales.
- **Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades**  
Dispone que los gobiernos locales planifiquen el uso del suelo, obras y servicios incorporando medidas de gestión del riesgo.
- **Resolución Jefatural N.º 112-2014-CENEPRED/J**  
Aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, que constituye el documento técnico base para elaborar Estudios de evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública.
- **Decreto Supremo N.º 284-2018-EF**  
Aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1252, que establece el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe)
- **Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N.º 009-2025-PCM/SGRD.**  
Publicada el 5 de noviembre de 2025, aprueba los "Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres".

 <b>MOQUEGUA</b> Una región de oportunidades	<b>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES</b>	<b>ESTUDIOS DEFINITIVOS</b>
<b>MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</b>		

## CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

### 2.1. Ubicación Geográfica y política

El proyecto de inversión “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular Empalme Ruta Nacional PE-36B (Jancopujo) – Empalme Ruta Departamental MO-106 (Crucero) – Centro Poblado de Ichuña” se localiza en la región sur del Perú, en el departamento de Moquegua, provincia General Sánchez Cerro, distrito de Ichuña. Este corredor vial es clasificado como vía vecinal, conecta diversos centros poblados rurales y cumple un rol estratégico en la articulación territorial, el acceso a servicios y las actividades productivas de la zona.

#### Ubicación política:

Departamento : Moquegua  
 Provincia : General Sánchez Cerro  
 Distrito : Ichuña  
 Sectores : Jancopujo, Huaychuni, Mayuhuasi, Jatumpampa, Laurajane, Tolapampa y Crucero  
 Dirección : EMP. PE-36B (JANCOPUJO) – EMP. MO-106 (CRUCERO)

#### Ubicación Geográfica:

El tramo vial se extiende desde el sector de Jancopujo, en el límite departamental entre Moquegua y Puno, hasta el ingreso al centro poblado de Crucero, con una longitud aproximada de 41.377 km. La orientación general del tramo es sur–norte y se desarrolla sobre una topografía andina accidentada, con pendiente moderada a fuerte. Se ubica en la vertiente occidental de la cordillera andina y se caracteriza por suelos de origen volcánico y condiciones climáticas propias de zonas altoandinas.

El Proyecto se encuentra comprendido en la zona geográfica 19S – cuadricula K en las siguientes coordenadas (WGS 84 – Proyección UTM):

#### Inicio (Jancopujo)

Coordenada Este: 358309.382 m E

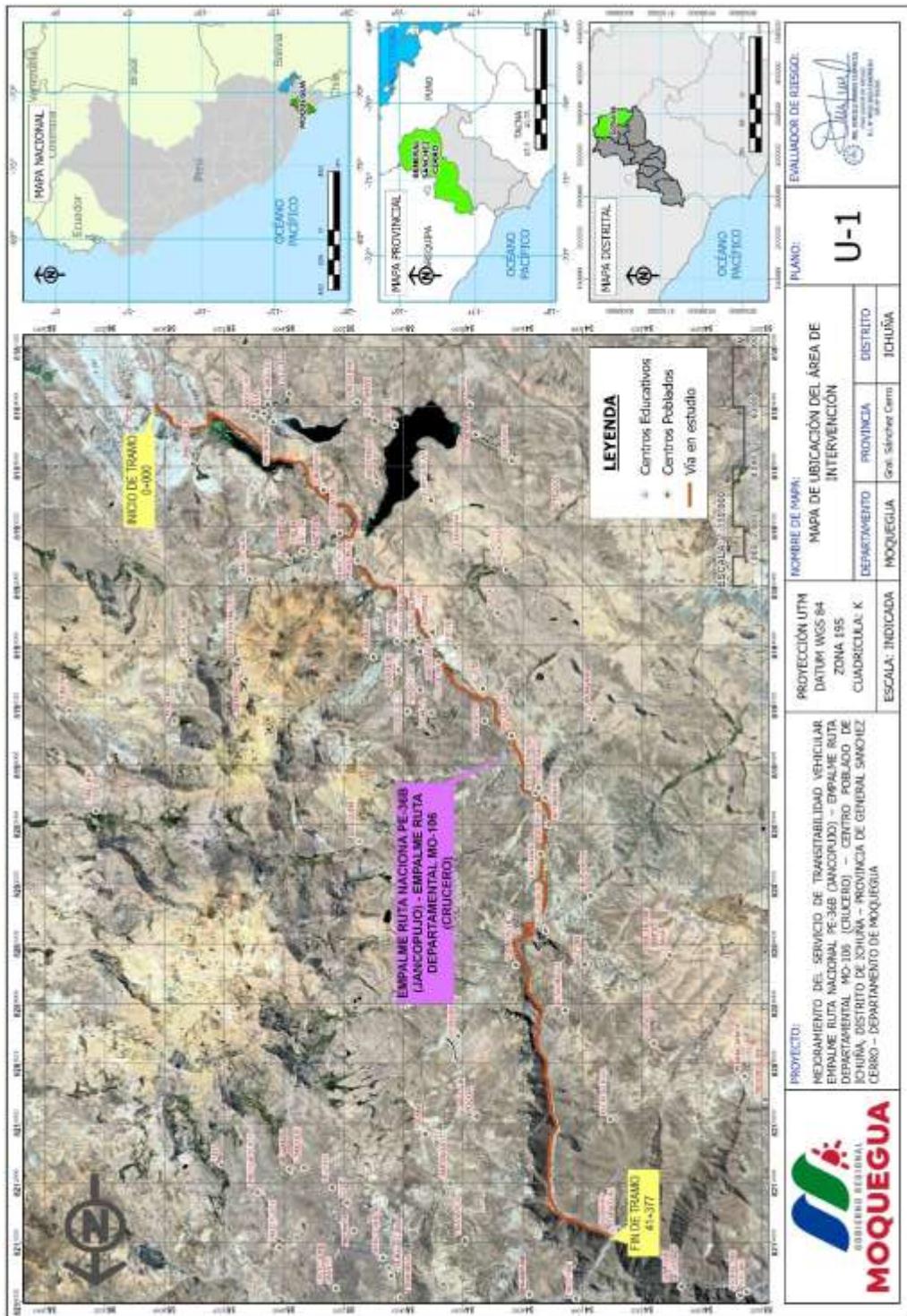
Coordenada Norte: 8185890.206 m S

#### Final (Crucero)

Coordenada Este: 343080.000 m E

Coordenada Norte: 8213778.000 m S

Mapa 1: Ubicación política



## 2.2. Vías de Acceso

El área de intervención del proyecto de inversión se encuentra ubicada en el distrito de Ichuña, provincia de General Sánchez Cerro, en el departamento de Moquegua, y cuenta con vías de acceso que permiten su conectividad tanto desde el ámbito regional como local. Las rutas de acceso actuales son fundamentales para el desarrollo de las actividades de inspección, formulación y ejecución del proyecto, así como para garantizar el ingreso de bienes, servicios y personal técnico.

Desde la ciudad de Moquegua, capital regional, se accede a la zona del proyecto mediante la siguiente ruta principal:

El acceso principal al área de intervención del proyecto se realiza desde la ciudad de Moquegua, tomando la ruta hacia el distrito de Ichuña a través de la Carretera Interoceánica Sur, específicamente por las rutas nacionales PE-36A y PE-36B.

Internamente, el tramo vial a intervenir conecta los sectores de Jancopujo, Huachuni, Titire, Irhuayra y Crucero, mediante una vía clasificada como red vecinal. Aunque actualmente presenta condiciones deficientes de transitabilidad en ciertos tramos, es utilizada activamente por transporte liviano, vehículos de carga y transporte interprovincial y comunal.

El acceso general al área es viable durante la mayor parte del año; sin embargo, durante la temporada de lluvias (meses de verano) se han registrado interrupciones temporales asociadas a crecidas repentinas y desbordes en quebradas adyacentes, lo que afecta la continuidad del tránsito vehicular en algunos puntos del corredor. Por ello, es necesario considerar medidas de protección y mantenimiento preventivo durante la ejecución y operación del proyecto.

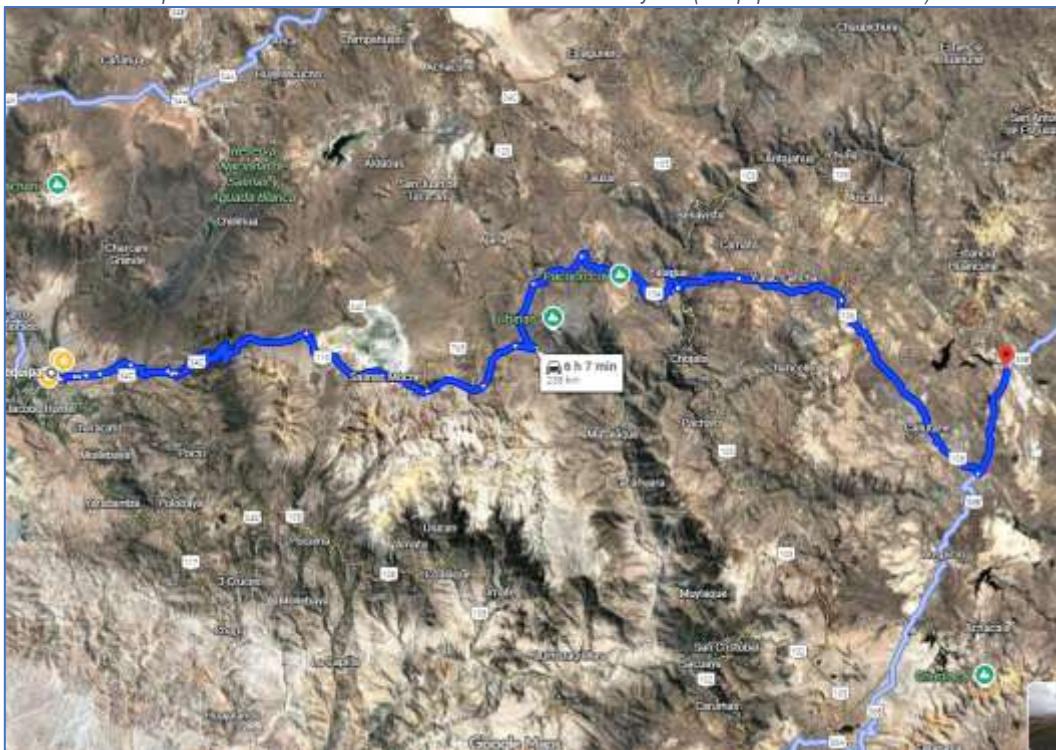
Cuadro 1: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto

Ruta	Distancia (km)	Tiempo Estimado
Plaza de Armas de Moquegua – Desvío Ichuña – inicio de tramo Progresiva 0+000	177km	3h 6min
Ciudad de Arequipa – Desvío Ichuña – inicio de tramo Progresiva 0+000	238km	6h 7min
Ciudad de Puno – Desvío Ichuña – inicio de tramo Progresiva 0+000	89.3km	1h 24min

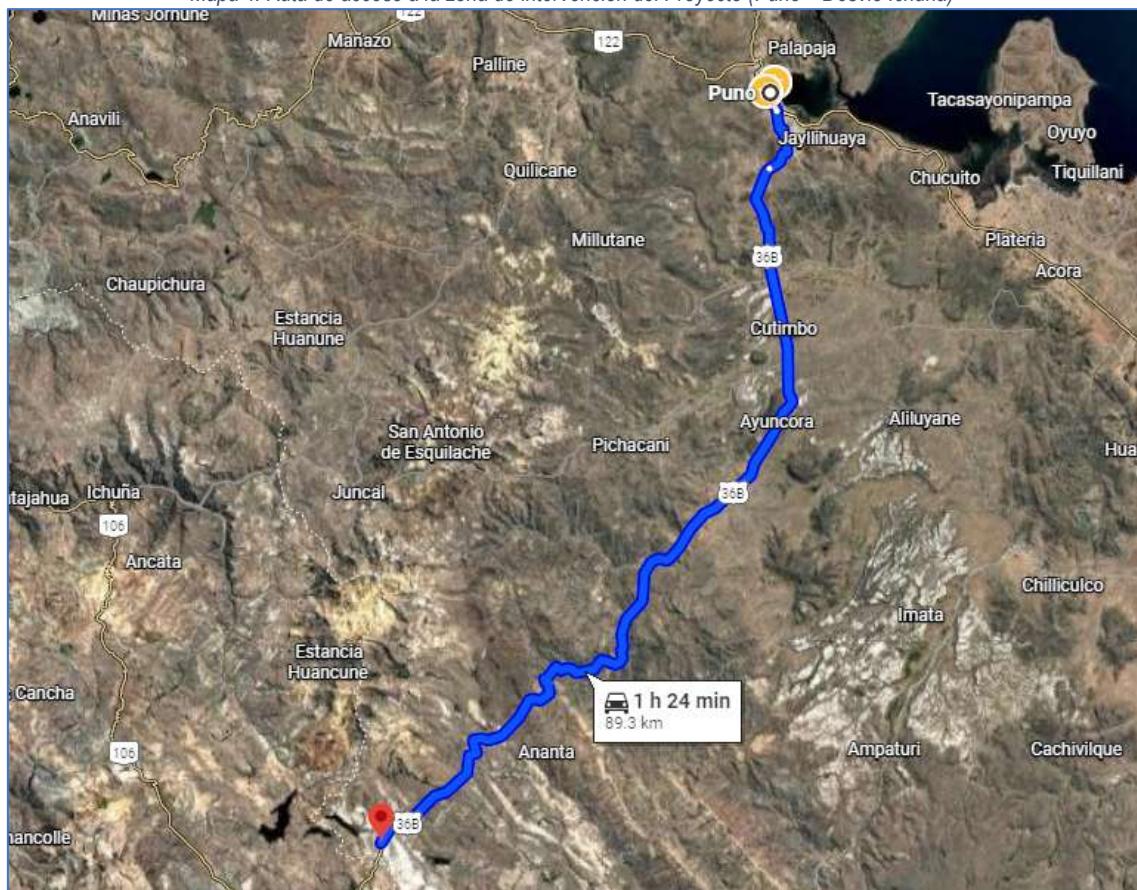
Mapa 2: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Moquegua – Desvió Ichuña)



Mapa 3: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Arequipa – Desvió Ichuña)



Mapa 4: Ruta de acceso a la zona de intervención del Proyecto (Puno – Desvío Ichuña)



## 2.3. Características Sociales

### 2.3.1 Población censada, según sexo

Según los datos del distrito de Ichuña, la población censada asciende a **2,901 habitantes**, de los cuales 1,495 son hombres (51.53%) y 1,406 son mujeres (48.47%). La distribución por sexo es relativamente equilibrada, con una ligera mayoría de población masculina.

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 2: Población censada, según sexo

POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN SEXO		
Descripción	Cantidad	%
Hombre	1,495	51.53%
Mujer	1,406	48.47%
Total	2,901	100.00%

### 2.3.2 Población censada, por grupos de edad

Según el Censo Nacional 2017, el distrito de **Ichuña** cuenta con una población de **2,901 habitantes**, distribuida en diversos grupos de edad. La mayor concentración se encuentra entre los rangos de 15 a 64 años, representando más del 65% del total censado. También se observa una proporción importante de población menor de 15 años, así como una población adulta mayor (65 años a más) que representa cerca del 13%.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 3: Población censada, por grupos de edad

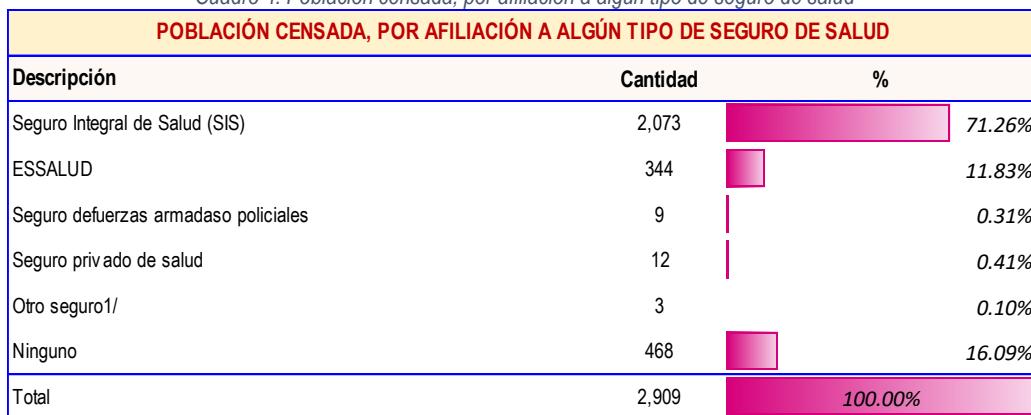


### 2.3.2 Población censada, por afiliación a algún tipo de seguro de salud

En el distrito de **Ichuña**, de un total de 2,909 habitantes censados, la mayoría declara estar afiliada al **Seguro Integral de Salud (SIS)**, representando más del 70% de la población. Le siguen ESSALUD y, en menor proporción, otros tipos de seguro como los de las fuerzas armadas o privados. Un **16.09%** de la población indicó **no contar con ningún tipo de seguro de salud**.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 4: Población censada, por afiliación a algún tipo de seguro de salud



### 2.3.3 Nivel educativo alcanzado de población censada de 3 y más años de edad

En el distrito de **Ichuña**, la población censada de **3 años a más** asciende a **2,621 personas**. El mayor porcentaje ha alcanzado el nivel de **educación primaria (34.53%)**, seguido por **secundaria (29.30%)**. Un 11.94% de la población no cuenta con ningún nivel educativo, mientras que los niveles superiores, tanto universitarios como no universitarios, representan una proporción menor.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 5: Nivel educativo alcanzado de población censada de 3 y más años de edad

NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO DE POBLACIÓN CENSADA DE 3 Y MÁS AÑOS DE EDAD		
Descripción	Cantidad	%
Sin nivel	313	11.94%
Inicial	110	4.20%
Primaria	905	34.53%
Secundaria	768	29.30%
Básica especial	1	0.04%
Sup. no univ. incompleta	188	7.17%
Sup. no univ. completa	294	11.22%
Sup. univ. incompleta	42	1.60%
Total	2,621	100.00%

### 2.3.4 Población censada de 3 a 24 años de edad, por condición de alfabetismo

En el distrito de **Ichuña**, de un total de **2,775 personas** entre los **3 y 24 años de edad**, el **85.23%** sabe leer y escribir, mientras que el **14.77%** no ha desarrollado habilidades básicas de alfabetización. Estos datos reflejan el nivel de acceso a la educación básica en la población joven del distrito.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 6: Población censada de 3 a 24 años de edad, por condición de alfabetismo

POBLACIÓN CENSADA DE 3 A 24 AÑOS DE EDAD, POR CONDICIÓN DE ALFABETISMO		
Descripción	Cantidad	%
Sabe leer y escribir	2,365	85.23%
No sabe leer ni escribir	410	14.77%
Total	2,775	100.00%

### 2.3.5 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas

En el distrito de **Ichuña**, se registraron **1,354 viviendas** con ocupantes presentes. La mayoría de estas viviendas tiene paredes exteriores construidas con **adobe**, representando el **83.83%** del total. Le siguen, en menor proporción, las construidas con **piedra con barro (8.49%)** y **ladrillo o bloque de cemento (7.39%)**. Los demás materiales presentan porcentajes casi nulos o nulos, lo que evidencia una alta prevalencia de técnicas constructivas tradicionales en la zona.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 7: *Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas*

<b>VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LAS VIVIENDAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Ladrillo o bloque de cemento	100	7.39%
Piedra o sillar con cal o cemento	1	0.07%
Adobe	1,135	83.83%
Tapia	2	0.15%
Quincha (caña con barro)	1	0.07%
Piedra con barro	115	8.49%
Madera (pona, tornillo, etc.)	0	0.00%
Triplay / calamina / estera	0	0.00%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.6 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los techos de las viviendas

En el distrito de **Ichuña**, de un total de **1,354 viviendas** con ocupantes presentes, la mayoría tiene techos construidos con **planchas de calamina, fibra de cemento o similares**, representando el **73.04%** del total. En segundo lugar, se encuentran los techos de **paja, hoja de palmera y similares**, con un **22.45%**. El uso de otros materiales como concreto armado, tejas o esteras es minoritario, mientras que no se registraron viviendas con techos de madera.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 8: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los techos de las viviendas

<b>VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS DE LAS VIVIENDAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Concreto armado	50	3.69%
Madera	0	0.00%
Tejas	8	0.59%
Planchas decalamina, fibrade cemento osimilares	989	73.04%
Caña o esteracon torta debarro ocemento	2	0.15%
Triplay / estera / carizo	1	0.07%
Paja, hoja de palmera y similares	304	22.45%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.7 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los pisos de las viviendas

En el distrito de **Ichuña**, de las **1,354 viviendas** con ocupantes presentes, el **84.93%** tiene pisos de **tierra**, lo que representa la condición predominante en la zona. Le siguen los pisos de **cemento**, con un **13.66%**. El uso de materiales como losetas, madera, vinílicos u otros es mínimo, mientras que no se registraron viviendas con pisos de parquet o madera pulida, ni con otros materiales.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 9: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material de construcción predominante en los pisos de las viviendas

<b>VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS DE LAS VIVIENDAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Parquet o madera pulida	0	0.00%
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	2	0.15%
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	9	0.66%
Madera (pona, tornillo, etc.)	8	0.59%
Cemento	185	13.66%
Tierra	1,150	84.93%
Otromaterial <sup>1/</sup>	0	0.00%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.8 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de procedencia del agua

En el distrito de **Ichuña**, de un total de **1,354 viviendas** con ocupantes presentes, la principal fuente de abastecimiento de agua es el **pozo**, utilizado por el **47.05%** de las viviendas. Le siguen

la **red pública dentro de la vivienda** (25.18%) y el **manantial o puquio** (13.88%). También se identifican otras fuentes como ríos o acequias, mientras que el acceso mediante red pública fuera de la vivienda o pilones es menos común. No se reporta el uso de camiones cisterna.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 10: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de procedencia del agua

VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR TIPO DE PROCEDENCIA DEL AGUA		
Descripción	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	341	25.18%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	58	4.28%
Pilón piletade uso público	4	0.30%
Camión-cisterna u otro similar	0	0.00%
Pozo	637	47.05%
Manantialo puquio	188	13.88%
Río,acequia,lago,laguna	117	8.64%
Otro1/	9	0.66%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.9 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por empresa o entidad a la que pagan por el servicio de agua

En el distrito de Ichuña, de las **325 viviendas** que pagan por el servicio de agua, la gran mayoría (**96.00%**) realiza sus pagos a la **municipalidad**. Un **4.00%** de las viviendas paga a alguna **organización comunal**, mientras que no se reporta ningún caso de pago a empresas prestadoras de servicios (EPS), camiones cisterna u otras entidades.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 11: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por empresa o entidad a la que pagan por el servicio de agua

VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR EMPRESA O ENTIDAD A LA QUE PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA		
Descripción	Cantidad	%
Empresa prestadora de servicios (EPS -SEDA - EMAPA)	0	0.00%
Municipalidad	312	96.00%
Organización comunal	13	4.00%
Camión cisterna (pago directo)	0	0.00%
Otro1/	0	0.00%
Total	325	100.00%

### 2.3.10 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de servicio higiénico en la vivienda

En el distrito de Ichuña, de las 1,354 viviendas con ocupantes presentes, el 30.80% dispone de **pozo ciego o similar**, seguido por un 27.55% que realiza sus necesidades en el **campo abierto o al aire libre**. Solo el 21.64% cuenta con **red pública de desagüe dentro de la vivienda**. Las letrinas representan el 12.26%, mientras que el resto accede a otras soluciones como pozos sépticos o acequias, en menor proporción.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 12: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de servicio higiénico en la vivienda

<b>VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO EN LA VIVIENDA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	293	21.64%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	60	4.43%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	6	0.44%
Letrina	166	12.26%
Pozociego onegro	417	30.80%
Río, acequia, canal o similar	20	1.48%
Campoabierto o al airelibre	373	27.55%
Otro1/	19	1.40%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.11 Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública

En el distrito de Ichuña, de un total de 1,354 viviendas con ocupantes presentes, el 53.62% cuenta con acceso a **alumbrado eléctrico por red pública**, mientras que el 46.38% no dispone de este servicio. Esto refleja una cobertura eléctrica relativamente equilibrada, aunque aún persiste una porción significativa sin conexión a la red pública.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 13: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública

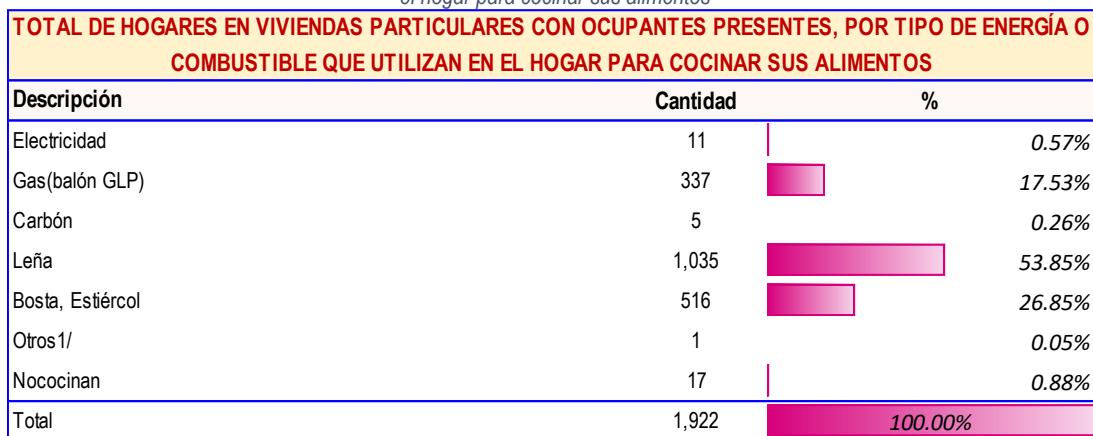
<b>VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR DISPONIBILIDAD DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Si	726	53.62%
No	628	46.38%
Total	1,354	100.00%

### 2.3.12 Total de hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar sus alimentos

En el distrito de **Ichuña**, de un total de **1,922 hogares**, la mayoría cocina utilizando **leña** (53.85%), seguida por el uso de **bosta o estiércol** (26.85%). El **gas (balón GLP)** es empleado por el **17.53%** de los hogares. El uso de electricidad, carbón u otras fuentes es mínimo, y el **0.88%** de los hogares declaró que no cocina.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 14: *Total de hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar sus alimentos*



## 2.4. Características Económicas

### 2.4.1 Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad

En el distrito de **Ichuña**, de un total de **1,297 personas** censadas dentro de la **población económicamente activa de 14 años a más**, el **50.19%** se desempeña en actividades relacionadas con la **agricultura, pesca, forestales y afines**, constituyendo el principal sector ocupacional. Le sigue el grupo de **trabajadores no calificados** (12.41%) y personas **desocupadas** (9.87%). También se observa participación en ocupaciones como profesionales científicos (8.33%), técnicos, empleados administrativos y trabajadores del comercio, aunque en menor proporción.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 15: Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad

<b>POBLACIÓN CENSADA ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 14 Y MÁS AÑOS DE EDAD</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Miembros p. ejec., leg., jud. y per. direc. de la adm. pùb. y priv.	5	0.39%
Profesionales científicos e intelectuales	108	8.33%
Profesionales técnicos	28	2.16%
Jefes y empleados administrativos	61	4.70%
Trabaj. de serv. y vend. de comerc. y mcdo.	59	4.55%
Agricult y trabaj. calif. agrop., forestales y pesqueros	651	50.19%
Trabaj. de la constr., edifi., prod. artesanales, electr. y las telecomun.	45	3.47%
Operadores de maq. indust., ensambladores y conduct. de transp.	47	3.62%
Trabaj. no calif. serv., peón, vend. amb. y afines (Ocupac. elementales)	161	12.41%
Ocupaciones militares y policiales	4	0.31%
Desocupado	128	9.87%
Total	1,297	100.00%

#### 2.4.2 Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad, rama de actividad económica

En el distrito de Ichuña, de los 1,297 pobladores económicamente activos de 14 años a más, la mayoría se dedica a la **agricultura, ganadería, silvicultura y pesca**, representando el 53.66% del total. Otras ramas con significativa participación son **enseñanza** (7.40%) y **construcción** (6.78%). También se observa participación en sectores como **explotación de minas y canteras** (5.01%), **comercio y reparación de vehículos** (3.86%) y **administración pública y defensa** (3.86%). El 9.87% se encuentra desocupado.

**Fuente:** INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Cuadro 16: Población censada económicamente activa de 14 y más años de edad, rama de actividad económica

POBLACIÓN CENSADA ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 14 Y MÁS AÑOS DE EDAD, RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA		
Descripción	Cantidad	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	696	53.66%
Explotación de minas y canteras	65	5.01%
Industrias manufactureras	19	1.46%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	1	0.08%
Construcción	88	6.78%
Comerc., reparación de veh. autom. y motoc.	50	3.86%
Transporte y almacenamiento	19	1.46%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	21	1.62%
Información y comunicaciones	4	0.31%
Actividades financieras y de seguros	3	0.23%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	21	1.62%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	5	0.39%
Adm. pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	50	3.86%
Enseñanza	96	7.40%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	24	1.85%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	1	0.08%
Otras actividades de servicios	6	0.46%
Desocupado	128	9.87%
Total	1,297	100.00%

## 2.5. Condiciones Físicas del Territorio

### 2.5.1 Clima y Precipitación

Moquegua posee una diversidad de climas, debido a la influencia de la Corriente Peruana de aguas frías y la fisiografía formada por la llanura costera, las estribaciones occidentales y la cordillera altoandina. Según la clasificación climática de Thornthwaite (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2010), Moquegua cuenta con los siguientes tipos de climas:

- E(d)B'1 H3: Clima del tipo árido, semicálido y húmedo, con escasez de lluvias en todas las estaciones del año. Este clima corresponde a las zonas comprendidas entre los 0 a 1000 m s.n.m., en las localidades de Ilo y Moquegua.
- D (o, i, p) B'2 H2: Clima del tipo semiárido, templado, seco en otoño, invierno y primavera. Este tipo de clima corresponde a las zonas comprendidas entre los 1000 m s.n.m. y 2500 m s.n.m.; abarca las localidades de las provincias General Sánchez Cerro (Omate) y Mariscal Nieto (Moquegua). Este clima se caracteriza por tener una temperatura máxima promedio mensual de 27 °C en diciembre y de 25 °C en julio; el rango anual es de 2 °C, lo que nos indica una variación pequeña, tipificado como un clima confortable.

- C (o, i, p) C'H2: Clima del tipo semiseco, frío y seco, con escasez de lluvias en otoño, invierno y primavera. Comprende a las zonas entre los 2500 m s.a.m. y los 3500 m.s.n.m. Corresponde este tipo de clima a las alturas de Omate, Carumas, Puquina y Cuchumbaya, ubicadas en la provincia Mariscal Nieto.
- B (o, i) D'H3: Clima del tipo lluvioso, semifrígido y seco, con deficiencias de lluvias en otoño e invierno. Comprende a las zonas entre los 3500 m s.n.m. y 4500 m s.n.m. Este tipo de clima corresponde a la localidad de Carumas y a la provincia General Sánchez Cerro. B(i)F'H2: Tipo Nieve, zona de clima polar, frío y seco, ubicado en localidades sobre los 4500 m s.n.m. Corresponde este tipo de clima a los lugares de nieves perpetuas.

El área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar un clima predominantemente frío de montaña, correspondiente a la región ecológica de la sierra sur del Perú, con marcada estacionalidad de lluvias. De acuerdo con los datos registrados por la Estación Meteorológica Convencional Ichuña (código 100059), ubicada a una altitud de 3,778 m s.n.m., en las coordenadas 16°8'27.91" S y 70°32'33.73" W, se dispone de información confiable para caracterizar el comportamiento climático local.

Figura N° 01: Estación meteorológica de Ichuña



### Datos generales de precipitación (Ichuña)

Los registros históricos de precipitación (en mm) abarcan el periodo 1983 – 2023, y permiten identificar una estacionalidad muy marcada:

- Periodo lluvioso: Diciembre a marzo, concentrando más del 80% de las precipitaciones anuales.
- Mes más lluvioso: Febrero, con una media mensual de aproximadamente 120.2 mm.
- Precipitación máxima registrada: 139.2 mm en 24 horas (evento extremo).
- Intensidad promedio esperada en 24 horas: 22.7 mm/24h (valor promedio anual).
- Intensidad máxima esperada en 1 hora (estimada): alrededor de 5.7 mm/h.

### Análisis de percentiles de precipitación diaria

Se realizó un análisis estadístico de percentiles considerando días con registros válidos:

- Percentil 90 (p90): 19.4 mm
- Percentil 95 (p95): 27.5 mm
- Percentil 99 (p99): 42.3 mm

Estos valores permiten caracterizar la variabilidad de las lluvias intensas a nivel local y son útiles como referencia climática para comprender el comportamiento de eventos de alta precipitación.

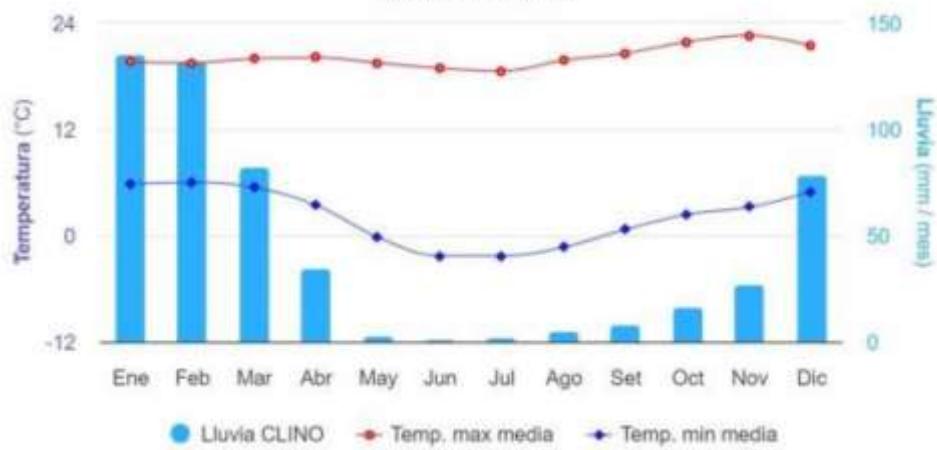
Cuadro 17: Ciclo estacional de lluvias en el sector andino de Ichuña

#### NORMALES CLIMATOLÓGICAS ESTÁNDARES Y MEDIAS CLIMÁTICAS 1991-2020

ESTACION: ICHUÑA

Dep.:MOQUEGUA / Prov.:GENERAL SANCHEZ CERRO / Dist.:ICHUÑA /

Altitud:3778 msnm



Fuente: Senamhi

Cuadro 18: Precipitación total mensual (mm) según estaciones meteorológicas de Moquegua estación Ichuña 2020

Mes/Año	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
ENERO	70.7	65.03	46.91	124.6	183.8	218.31	123.7	142.5	207	231.1	160	140.91	97.9
FEBRERO	197.1	108.9	96.3	74.3	111.1	115.4	235.3	100	120.3	131.8	145.4	132.32	198.7
MARZO	229.7	63.41	82.1	115.4	49.3	161.2	83.81	124.6	89.71	49.11	84.7	69.21	101.7
ABRIL	11.5	0.21	20.4	8.9	-2997	15.11	26.5	6.6	53.52	44.4	5.64	31.5	6.6
MAYO	1.2	41	6.3	12.1	-3096.9	24.71	1.5	1.21	2.02	1	7.91	6.22	0
JUNIO	0	0	0	4.12	2.11	0	0.01	0.02	0	10.2	2.22	0.01	0
JULIO	0.5	0	2.9	1.8	1.53	0	0.01	0	0	0.02	0	6.6	0.01
AGOSTO	0	0	2.4	0.02	0	0.01	0.01	0	6.2	84	0.02	12.5	0
SETIEMBRE	8.1	4.91	46.5	14.91	2.41	4.8	0	47.31	31.24	5.21	3.61	33.91	7.31
OCTUBRE	8.3	64.51	43.1	49.13	17.65	8.5	2.5	11.62	0.02	3.32	10.61	0.01	42.41
NOVIEMBRE	36.72	118.11	17	86.41	57.13	1.3	24.3	20.92	2.15	4	9.7	0	110.11
DICIEMBRE	122.21	83.1	72.4	19.83	275.13	146.42	85	214.41	33.21	79.43	173.3	69.8	66.5
Total	686.03	549.18	436.31	511.52	-5393.74	695.76	582.64	669.19	545.37	643.59	603.11	502.99	631.24

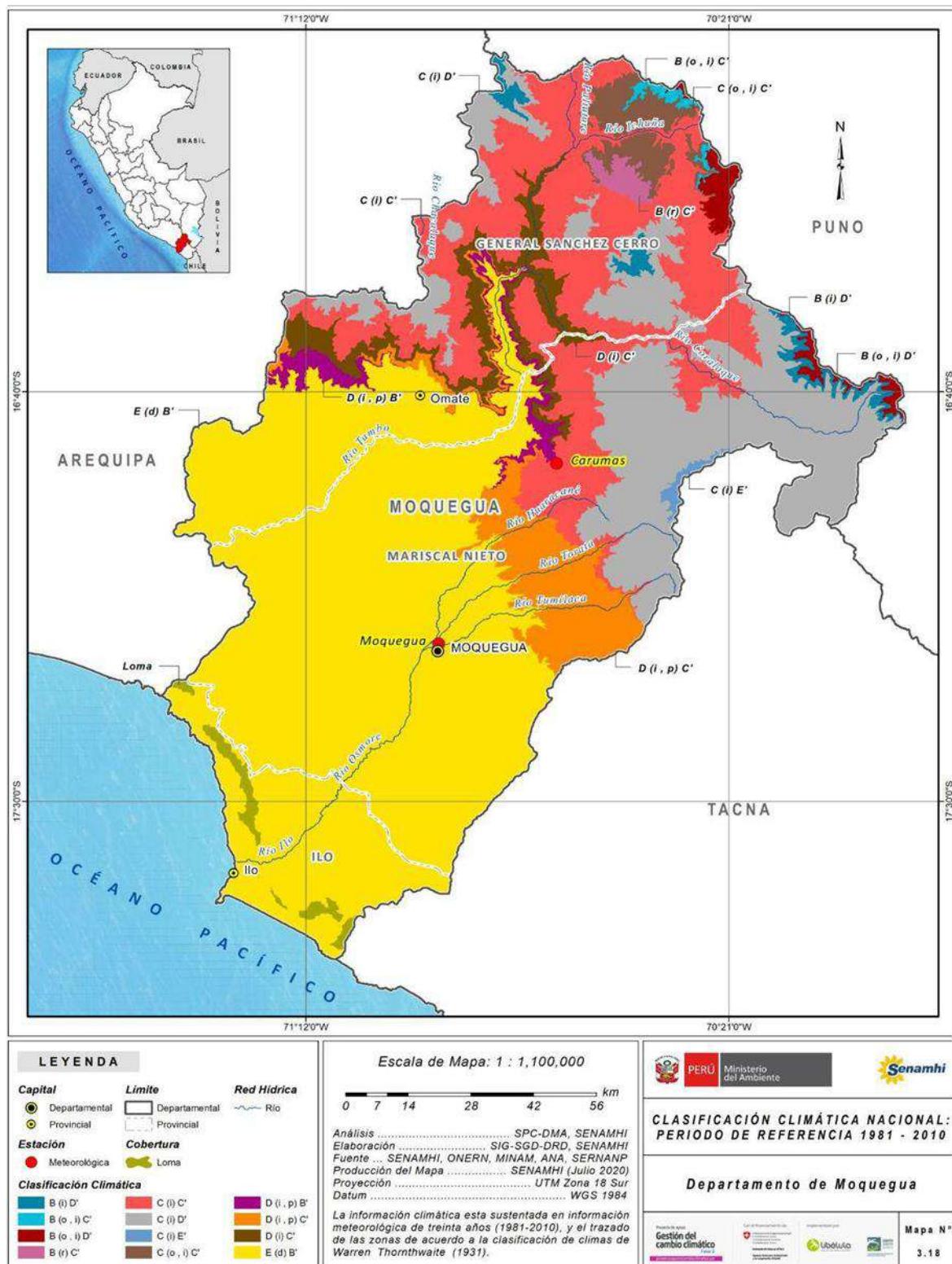
Mes/Año	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
ENERO	155.3	148.9	39.8	120.3	189.7	29.71	217.2	69.7	181.2	260.3	131.2	124.8	111.4
FEBRERO	12.5	47.5	40.7	288.7	33.2	33.2	168.6	198.4	155.8	65.9	23.9	60.2	32.6
MARZO	40.2	85.8	104.5	42.8	-3096.9	42	47.9	74.8	155.4	29.6	81.4	65.1	48.3
ABRIL	65.9	23.4	10	52.9	36.11	20.6	13.2	56.8	69.7	0	36.9	24.9	20.1
MAYO	0	0	0.1	0	0	3.5	0	17.4	5.2	0	12.4	6.7	10.8
JUNIO	0.01	0.01	0	0	0	0	7.1	7.6	0	2.5	0	8.4	42.9
JULIO	0	0	0.02	0	0	0.01	0	2.2	24.1	25.3	0	4.6	0
AGOSTO	1.21	6.7	0.02	12.31	3.4	0.52	6	2.11	3.4	0	0	0	8.9
SETIEMBRE	0	0	15.3	22.8	21.7	5.7	0	19.41	3.1	0	3.6	6.7	0
OCTUBRE	0.01	20.22	74.7	13.8	54.61	9.11	70.2	4.3	0	4.4	14.2	3.5	22.01
NOVIEMBRE	55.91	54.71	13.5	16.7	64.9	0	141.3	67.8	10.9	28.5	0	11.5	73.2
DICIEMBRE	115.8	95.2	23.4	109.3	14.7	101.71	82.3	62.8	104.7	8.3	72.1	18.4	46.1
Total	446.84	482.44	322.04	679.61	-2678.58	246.06	753.8	583.32	713.5	424.8	375.7	334.8	416.31

Mes/Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ENERO	72.5	84.5	215.8	165.3	85.2	245.71	145.91	192.32	62.02	198.42	233.62	73.62	76.22
FEBRERO	74.7	29	37	234.8	67.5	139.9	200.7	94.01	214.3	142.7	195.31	176.6	120.71
MARZO	116.4	2.5	137	92.3	111.2	54.41	27.84	50.51	183.1	54.41	116	180.8	110.2
ABRIL	16.1	8.21	28.61	106.4	16.6	31.93	33.72	8.61	54.42	21.1	38.9	44	27.11
MAYO	1.3	0	0	4.8	0.02	8.9	8.53	0.01	1.3	3.11	4.1	7.02	3.2
JUNIO	23.6	4.01	7.1	0	0.01	0	-2997	1.52	0	0.01	0.01	0.5	0.01
JULIO	0	0.02	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0.5	18.31	0
AGOSTO	0	20.32	15.4	0	0.2	22.92	-3097	0.01	4.7	4.71	6.7	0.6	4.1
SETIEMBRE	3.3	0	2.11	2.1	0.23	2.11	41.94	0	0.54	0.01	2.61	7.1	0
OCTUBRE	10.51	16.72	32	0.31	1.91	7.54	14.11	2.61	45.03	30	23.41	45.22	14.6
NOVIEMBRE	10.2	11.82	77.7	41.81	25.72	37	47.31	55.61	1.01	5.11	29.31	44.61	1.72
DICIEMBRE	29.1	59.91	74.3	103.8	81.61	67.6	54.92	27.51	68	118.42	83.12	80.61	62.32
Total	357.71	237.01	627.02	751.62	390.2	618.03	-5519	432.72	634.42	578	733.59	678.99	420.19

Mes/Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ENERO	139.14	114.11	185.54	144.3	174.2	73.21	129.81	155.81	220.21	139.51
FEBRERO	123.7	168.65	83.82	57.4	91.62	161.61	191	205.71	219.9	115.1
MARZO	79.45	58.68	110.01	146.42	67.82	48.61	30.51	77.41	151.5	80.6
ABRIL	51.52	27.13	17.02	28.73	0	36.9	38.73	62.3	77.2	2.4
MAYO	0	0	0.01	0	0	1.2	10.5	1.2	15.1	17
JUNIO	0.04	0	0	0.01	0	0	0	0	0	10.1
JULIO	14.92	0	0	0	0	13.6	1.7	0	0.01	9.4
AGOSTO	9.47	0	0.03	0	3	0	0	0	0	15.3
SETIEMBRE	18	17.73	12	1.01	0.02	26.5	0.01	38	4.02	0
OCTUBRE	0.01	4.71	10.95	9.92	5.7	7.6	8.6	0	9.73	51.4
NOVIEMBRE	14.01	27.41	63.73	29.62	0.01	60.9	5.21	33.22	26.91	26.8
DICIEMBRE	48.12	77.03	91.91	95.01	136.51	86.4	168.6	112.81	149.7	116.3
Total	498.38	495.45	575.02	512.42	478.88	516.53	584.67	686.46	874.28	583.91

Fuente: Senamhi

Mapa 5: Mapa climático y precipitación del departamento de Moquegua 2020



## 2.5.2 Hidrografía

El área de evaluación comprende una franja aproximada de 4.5 km alrededor del eje vial proyectado, ubicada en la vertiente occidental del Océano Pacífico, dentro de la cuenca hidrográfica del río Tambo, específicamente en la subcuenca del río Ichuña. Esta subcuenca presenta un régimen hidrológico de origen principalmente pluvial, con incremento significativo de escorrentías durante la temporada de lluvias (diciembre–marzo), generando un entorno de alta sensibilidad frente a procesos hidrometeorológicos.

Dentro del área de influencia se han identificado diversos cursos de agua, tanto de régimen permanente como intermitente, que pueden incidir en la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial. Estos cuerpos de agua influyen en el comportamiento hídrico del territorio y representan factores clave en la evaluación de los peligros de inundación fluvial y flujo de detritos, especialmente en zonas donde confluyen quebradas y aportes de escorrentía.

Los principales cursos de agua identificados en el área de influencia del proyecto son:

- |                  |                |                   |
|------------------|----------------|-------------------|
| - Río Ichuña     | - Río Yanquiri | - Río Pacocahua   |
| - Río Mataso     | - Río Cruzane  | - Río San Antonio |
| - Río Calasaya   | - Río Crucero  | - Río Chaje       |
| - Río Liuchune   | - Río Jucamari |                   |
| - Río Laramacota | - Río Piscouta |                   |

## 2.5.3 Pendientes de terreno

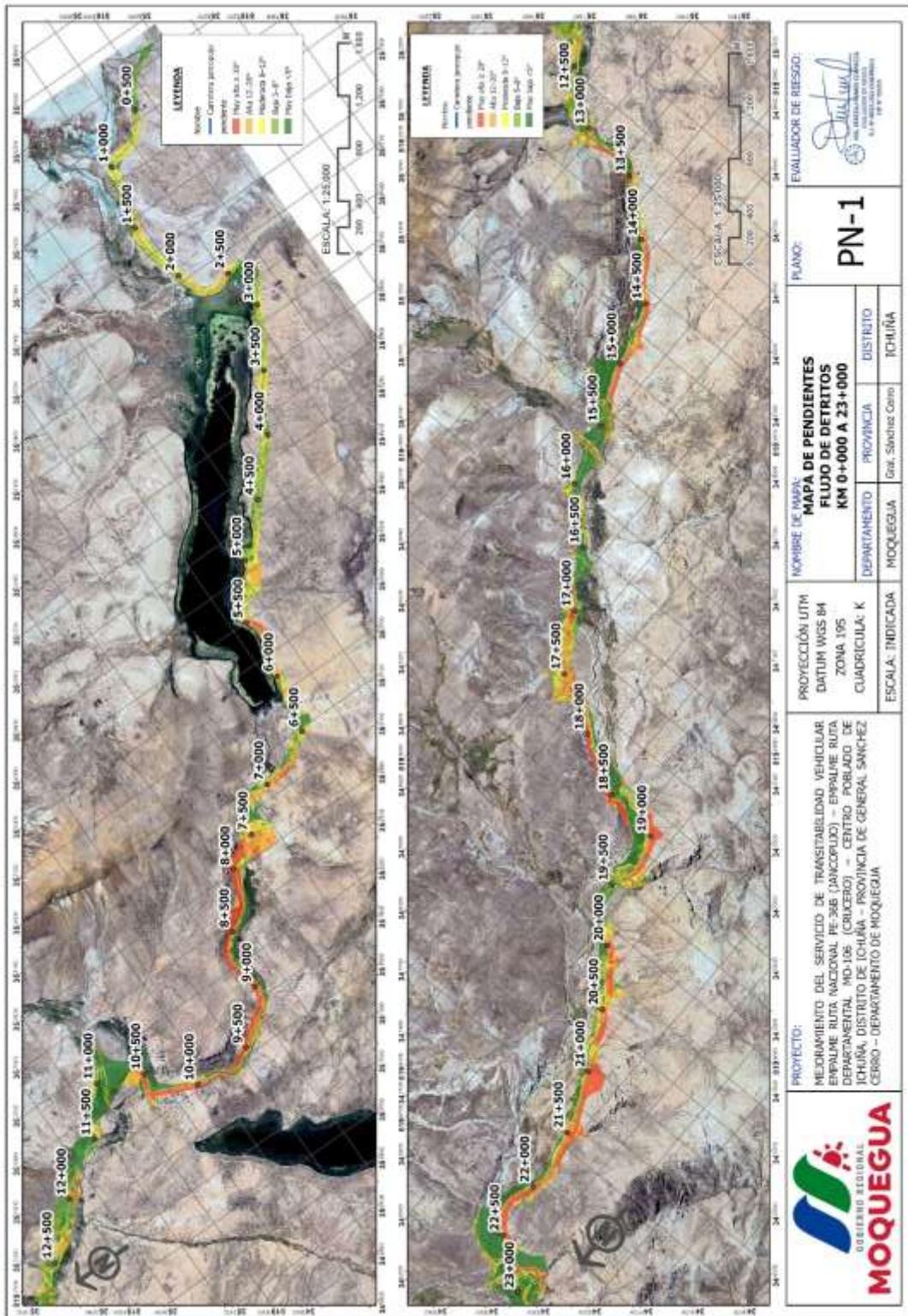
Para caracterizar las pendientes del área de estudio, se procesó la base topográfica entregada por la entidad, correspondiente al levantamiento realizado específicamente para el proyecto. A partir de dicha información se generó el modelo digital de elevación y el mapa de pendientes, procesado en un entorno SIG.

El análisis permitió identificar rangos de pendiente que sirven como base para evaluar los peligros de flujo de detritos e inundación fluvial. Dado que cada peligro responde a dinámicas distintas, se emplearon clasificaciones específicas para cada caso. Para flujo de detritos, los rangos se organizaron desde pendientes muy bajas hasta pendientes muy altas, considerando su influencia en la concentración de escorrentías y la aceleración de flujos. Para inundación fluvial, la clasificación se orientó a identificar sectores de baja pendiente donde se facilita el encharcamiento y zonas altas donde predominan procesos de escorrentía rápida.

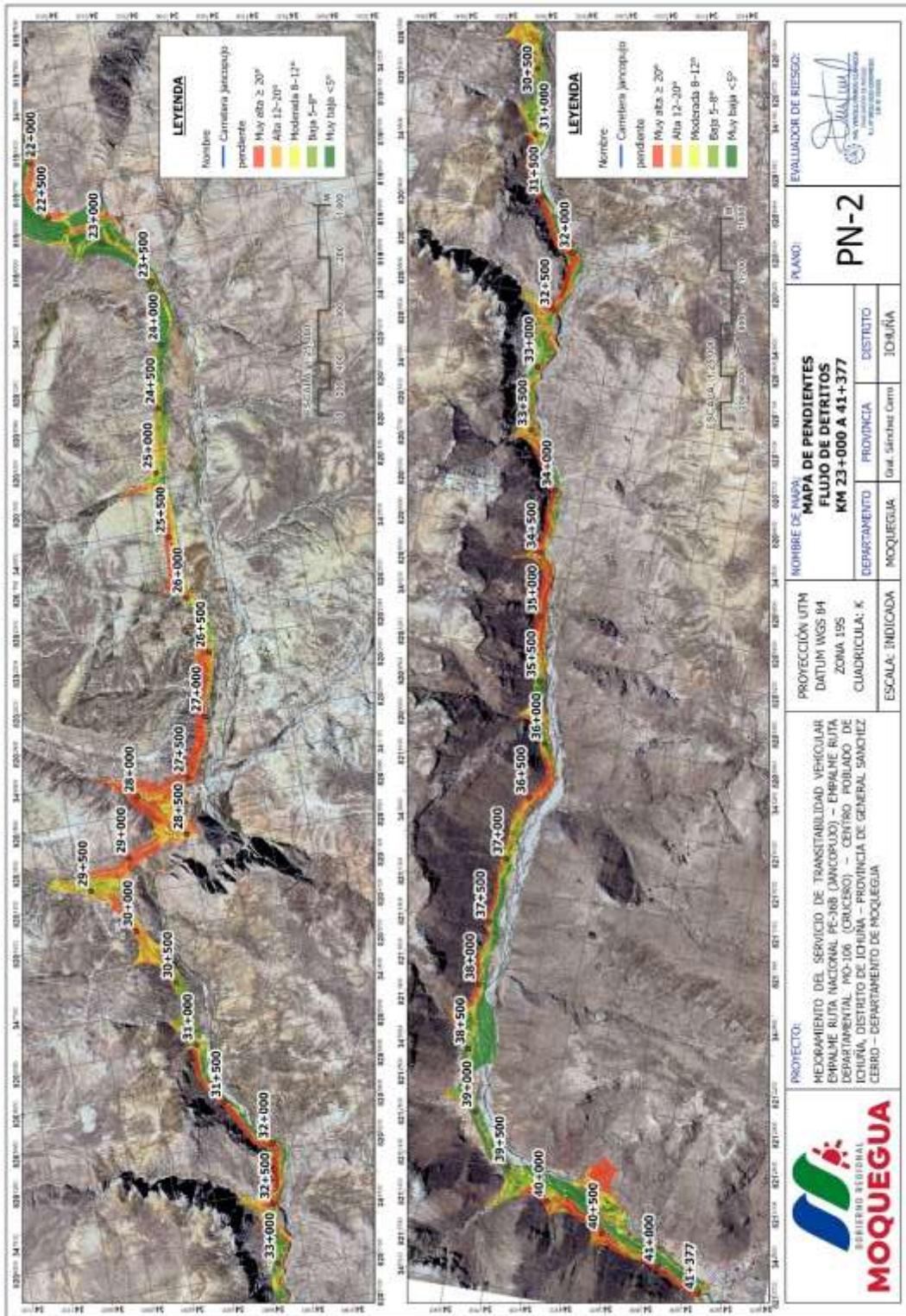
Los mapas de pendientes obtenidos muestran una variabilidad acorde con la topografía andina del tramo vial, donde se alternan sectores de pendientes muy suaves en zonas de valle con tramos de pendientes moderadas a altas en quebradas y laderas.

Con fines ilustrativos, a continuación, se presenta el primer mapa de pendientes correspondiente al tramo inicial de la vía. Los mapas completos del corredor vial se incluyen en los anexos del Estudio, donde pueden apreciarse los rangos de pendiente representados en la leyenda y su distribución a lo largo de todo el trazo.

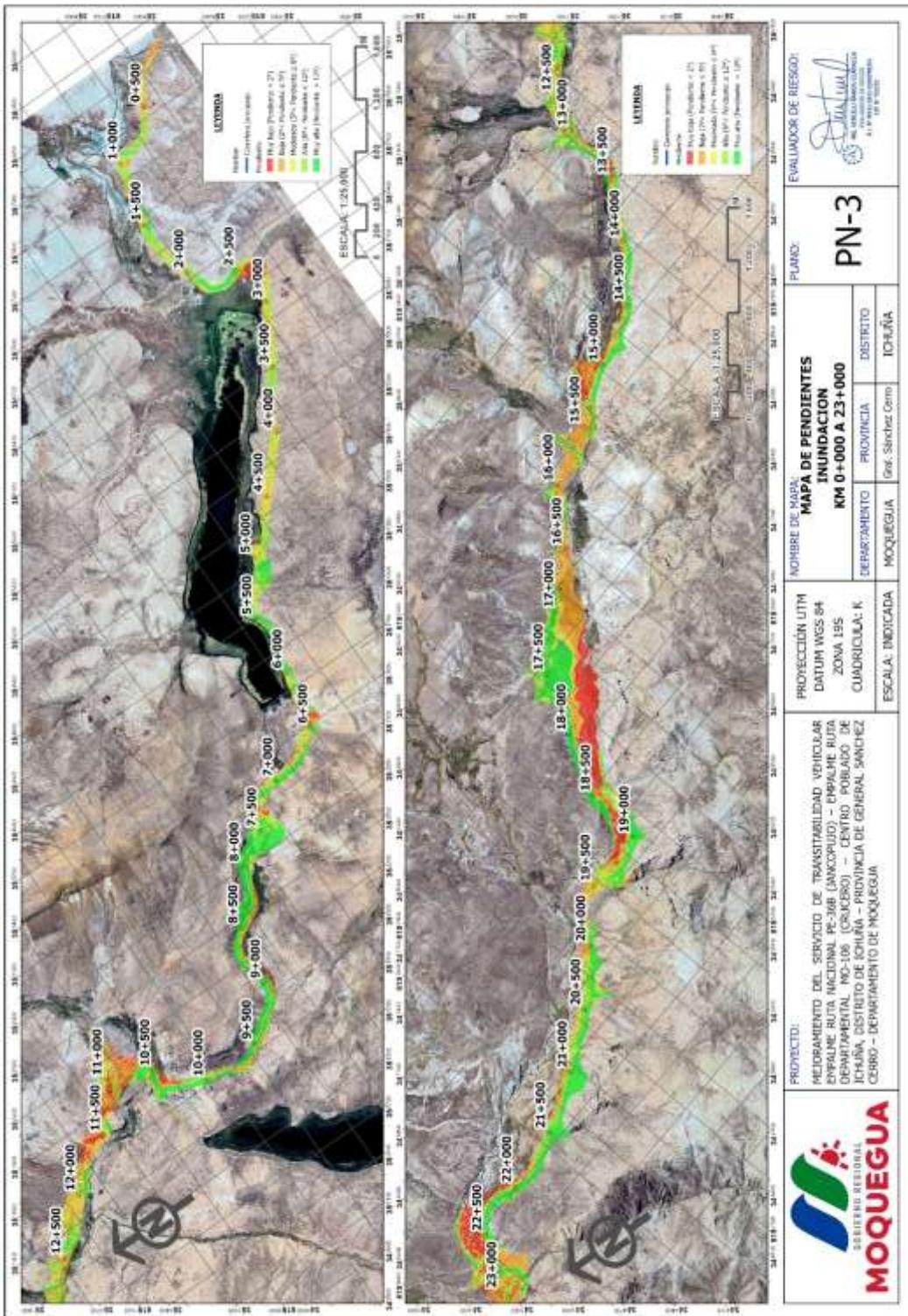
Mapa 6: Mapa de pendientes flujo de detritos KM 0+000 a 23+000



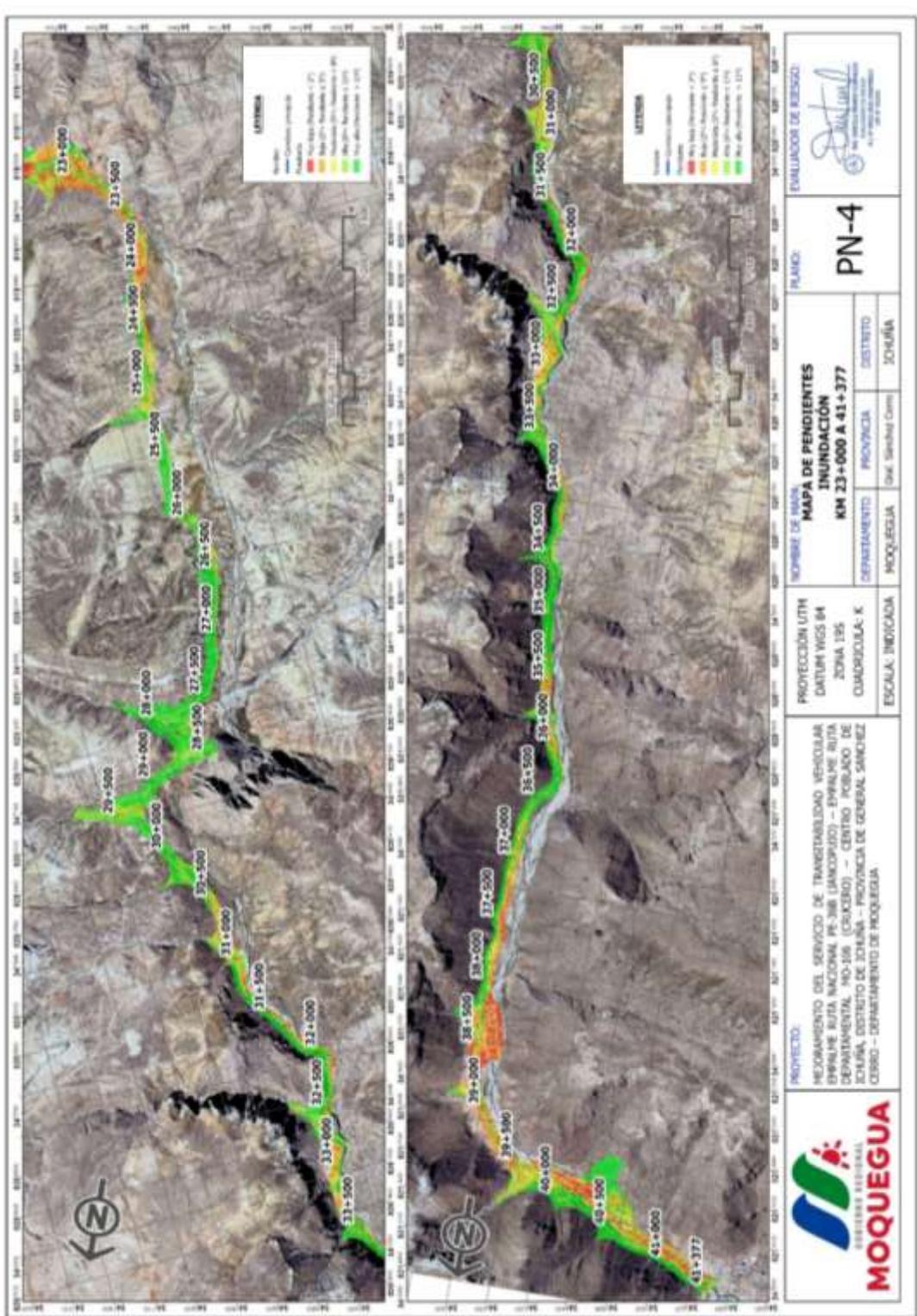
Mapa 7: Mapa de pendientes flujo de detritos KM 23+000 a 41+377



Mapa 8: Mapa de pendientes inundación KM 0+000 a 23+000



Mapa 9: Mapa de pendientes inundación KM 23+000 a 41+377



## 2.5.4 Unidades geológicas

Dentro del área de influencia del proyecto, definida como una franja de 800 metros a cada lado del eje vial, se identificaron las siguientes unidades geológicas, obtenidas a partir de la cartografía geológica regional a escala 1:100 000. Cada unidad fue evaluada en función de su resistencia litológica, nivel de consolidación y susceptibilidad frente a precipitaciones intensas.

Las unidades identificadas en el ámbito del proyecto son:

- **Depósitos morrénicos**

Corresponden a depósitos cuaternarios no consolidados, compuestos por gravas, arenas y limos de origen glacial. Presentan muy alta susceptibilidad debido a su baja cohesión y facilidad de remoción por lluvias intensas.

- **Formación Gramadal**

Unidad sedimentaria de consolidación variable, con estratos finos y moderadamente cementados. Exhibe susceptibilidad moderada a alta, especialmente en zonas fracturadas o con presencia de humedad.

- **Formación Hualhuani**

Constituida por rocas sedimentarias y volcanosedimentarias. Presenta alta susceptibilidad ante precipitaciones intensas, debido a su consolidación media y facilidad de meteorización.

- **Formación Maure (andesítico) y Formación Senccha**

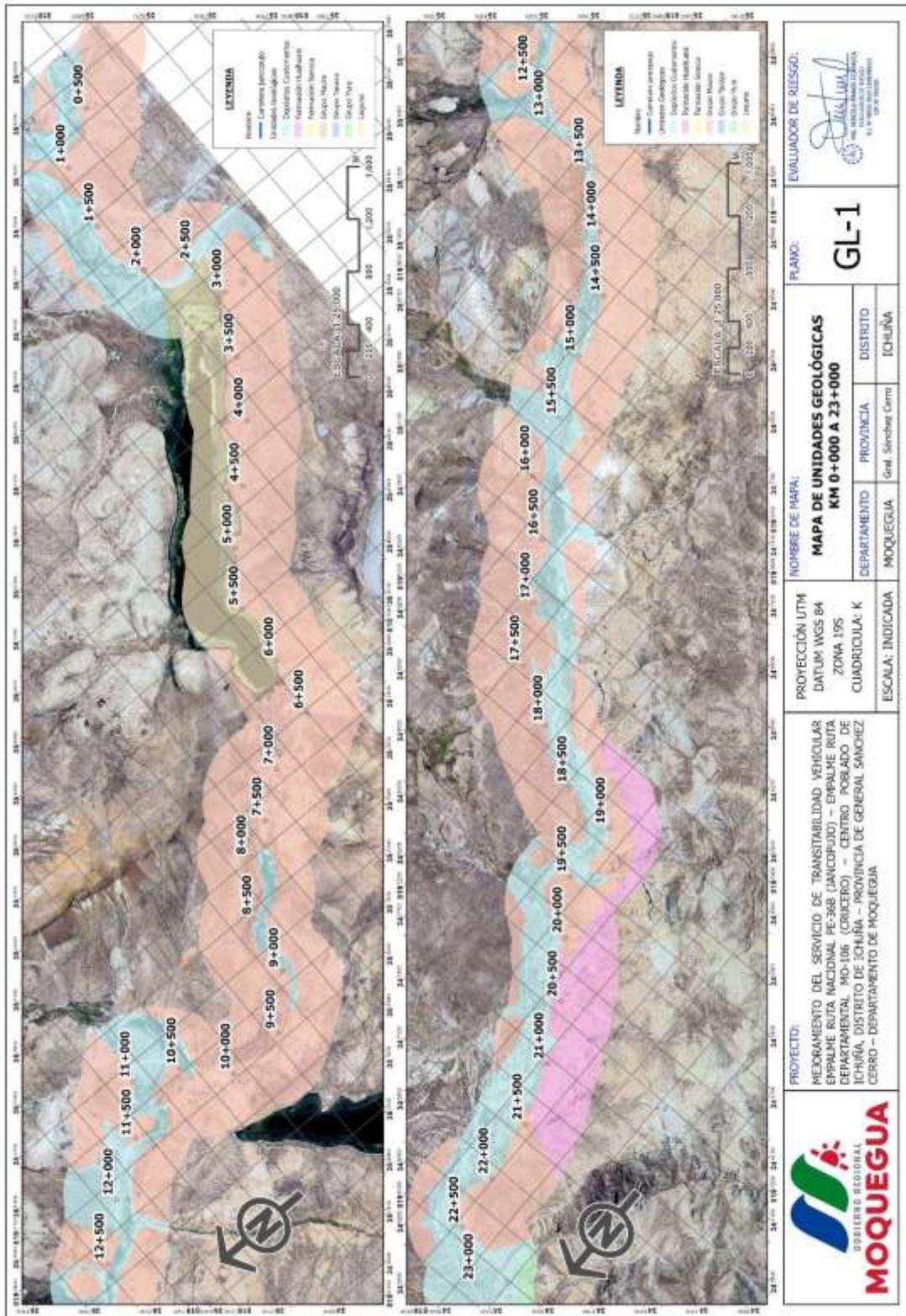
Asociadas principalmente a rocas volcánicas andesíticas y volcanosedimentarias de consolidación media. Muestran susceptibilidad moderada, influenciada por el grado de alteración y fracturamiento.

- **Formación Pichu y Lagunas**

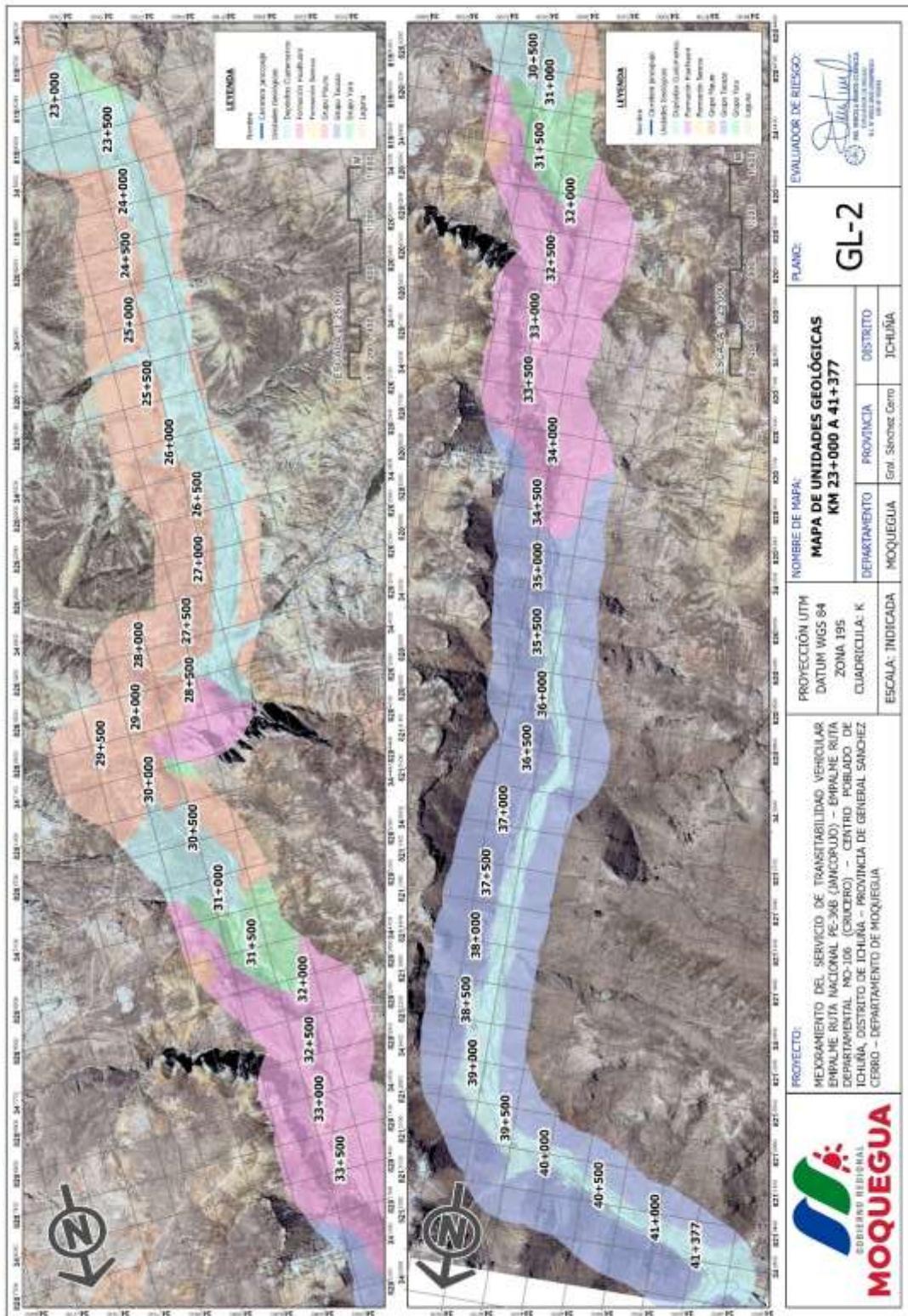
Incluye cuerpos ígneos de alta resistencia y zonas lacustres. Estas unidades presentan muy baja susceptibilidad por su elevada cohesión y baja probabilidad de remoción en masa.

**Fuente:** Propuesta Final de la Mesozonificación Ecológica Económica de la Región de Moquegua (Escala 1:100 000), Gobierno Regional Moquegua, 2018.

Mapa 10: Mapa de unidades geológicas KM 0+000 a 23+000



Mapa 11: Mapa de unidades geológicas KM 23+000 a 41+377



## 2.5.5 Unidades geomorfológicas

Dentro del área de influencia del proyecto vial, definida como una franja de aproximadamente 800 metros a cada lado del eje de la carretera, se han identificado unidades geomorfológicas a partir de la cartografía temática regional. Las unidades encontradas representan formas del terreno asociadas a procesos fluviales, acumulativos y erosivos, relevantes para la evaluación de los peligros de flujo de detritos e inundación fluvial.

A continuación, se describen las principales unidades geomorfológicas presentes en el ámbito de estudio:

- **Fondos de valle aluvial activo:** Corresponden a zonas deprimidas asociadas al cauce principal de los ríos o quebradas, con depósitos aluviales recientes y alta dinámica hídrica. Presentan susceptibilidad elevada frente a procesos de inundación y transporte de sedimentos.
- **Fondos de valle aluvial con bofedales y lagunas:** Son áreas planas o ligeramente deprimidas donde se desarrollan humedales altoandinos. La presencia de suelos saturados y vegetación hidrófila incrementa la susceptibilidad a anegamientos y desbordes en época de lluvias.
- **Fondos de valle aluvial y planicie estructural:** Sectores relativamente amplios y estables formados por acumulaciones antiguas y materiales consolidados. Su susceptibilidad geomorfológica es baja a moderada, aunque pueden concentrar escorrentías locales.
- **Colina estructural sedimentaria y ladera de montaña con material morrénico:** Estas formas del relieve están asociadas a depósitos heterogéneos y pendientes moderadas a fuertes. Presentan susceptibilidad media por la presencia de materiales sueltos o parcialmente consolidados.
- **Otras formas colinadas y montañosas (colinas de piroclastos, rocas volcánicas, rocas sedimentarias, montañas cársicas y quebradas aluviales):** Agrupan unidades de litología variada, con pendientes irregulares y diferentes grados de fracturamiento. En general, muestran una susceptibilidad baja, aunque en condiciones de saturación o precipitaciones intensas pueden activar procesos locales de erosión o transporte de sedimentos.

La información geomorfológica empleada proviene de la Propuesta Final de la Meso Zonificación Ecológica Económica de la Región de Moquegua (Escala 1:100 000), elaborada por el Gobierno Regional Moquegua (2018).

Al final de este apartado se presenta un mapa referencial correspondiente al inicio del tramo evaluado. Los mapas completos de unidades geomorfológicas para todo el corredor vial se incluyen en los anexos del Estudio.

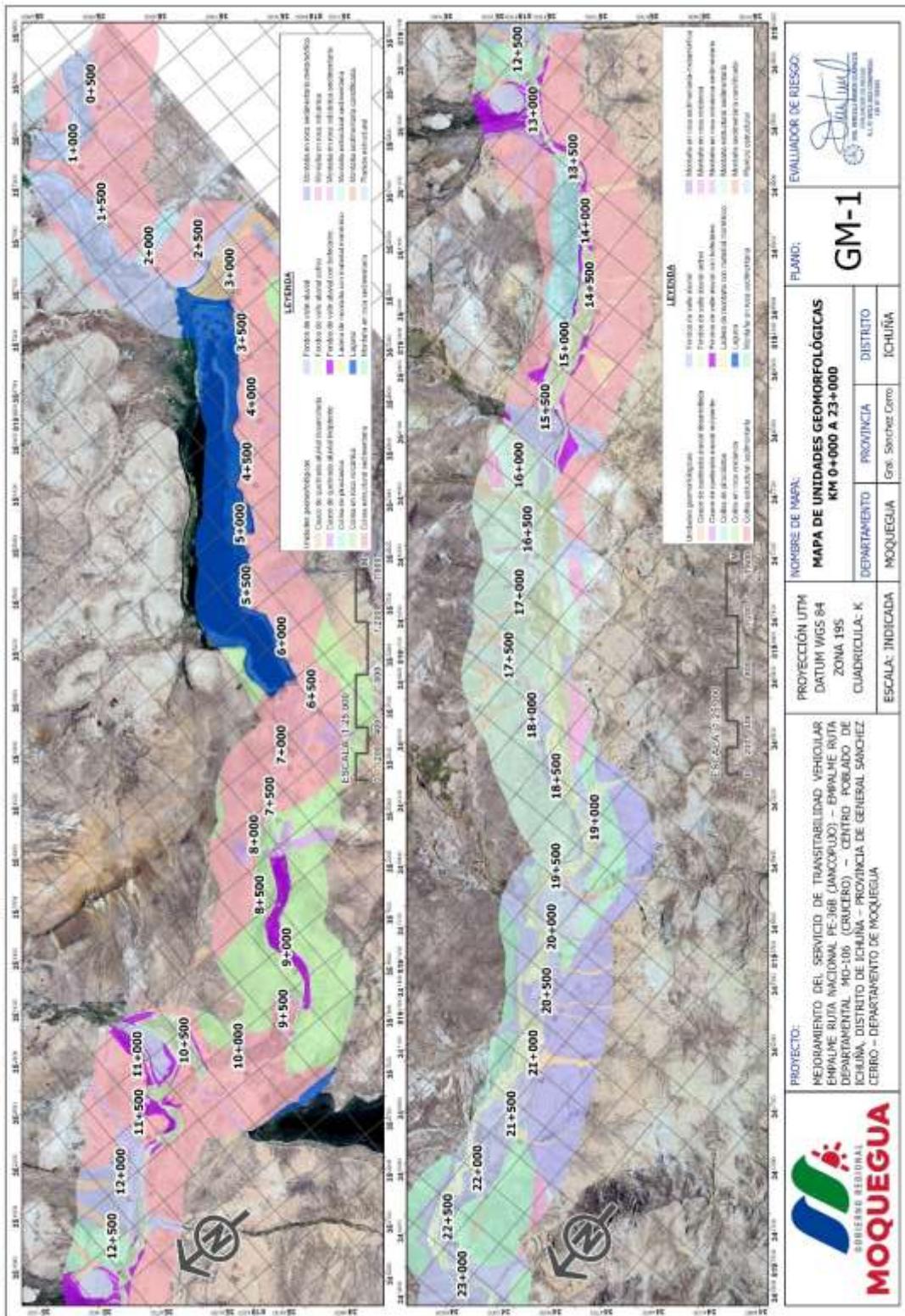


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

## ESTUDIOS DEFINITIVOS

Mapa 12: Mapa de unidades geomorfológicas KM 0+000 a 23+000



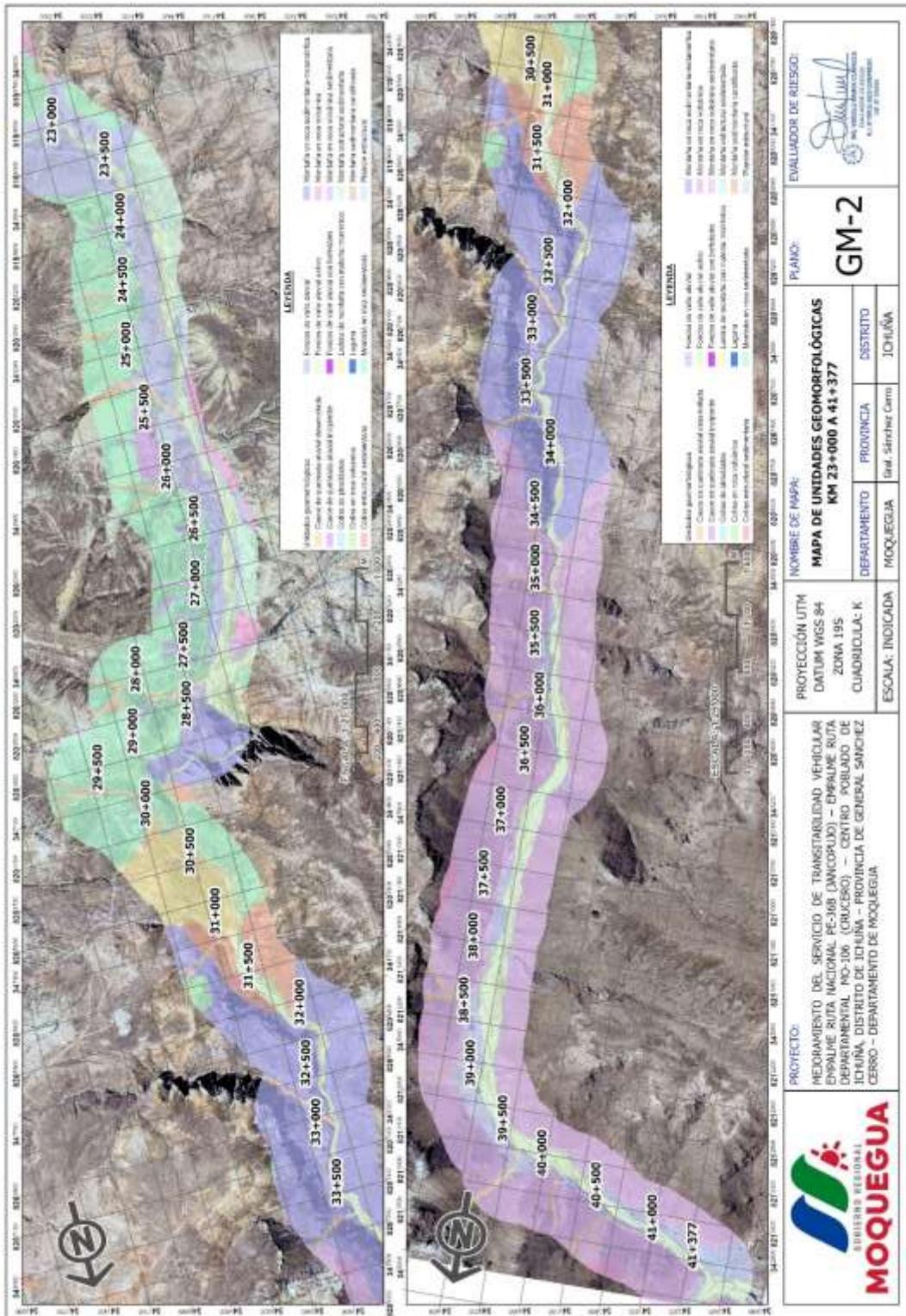


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL  
PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO  
POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO –  
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

## ESTUDIOS DEFINITIVOS

Mapa 13: Mapa de unidades geomorfológicas KM 23+000 a 41+377



## 2.6. Identificación de peligros naturales en el área de intervención y vías de acceso

Con el propósito de identificar los principales peligros naturales que podrían afectar el área de intervención del proyecto vial, se realizó una revisión de información proveniente de diversas fuentes oficiales, complementada con la inspección de campo efectuada a lo largo del corredor vial:

- A) Información recopilada de las emergencias registradas por Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI de la plataforma del SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres):

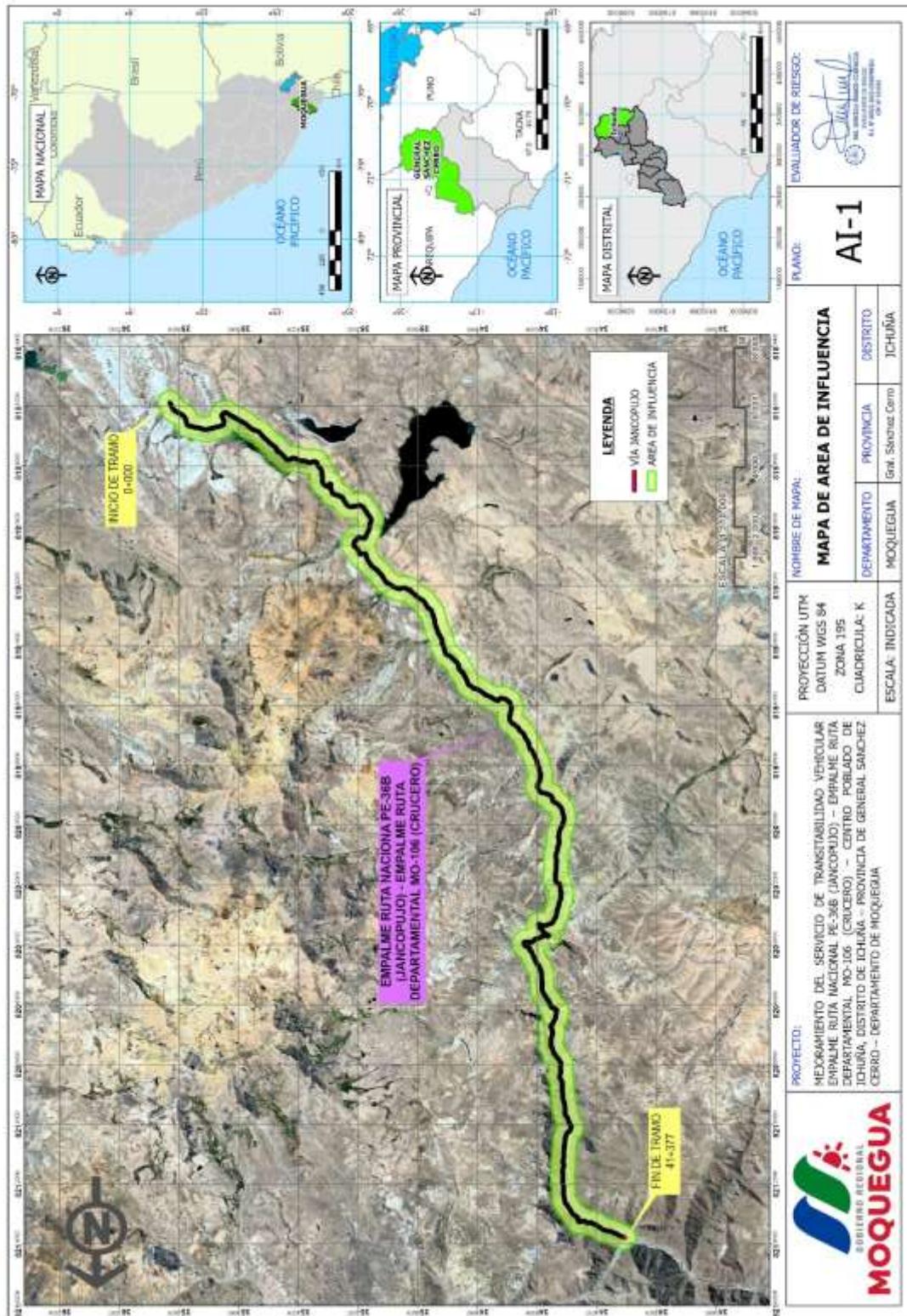
Se consultó la base de datos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) correspondiente a los eventos registrados entre los años 2003 y 2018, dentro de un radio de 17 km alrededor del área de estudio.

El análisis identificó 18 eventos adversos, agrupados principalmente en fenómenos de carácter climatológico.

- Heladas: 10 eventos (55.56%), constituyendo el fenómeno más recurrente en el ámbito regional.
- Nieve / precipitaciones en forma de nieve: 2 eventos (11.11%).
- Vientos fuertes: 3 eventos (16.67%).
- Precipitaciones intensas – lluvia: 1 evento (5.56%).
- Tormenta eléctrica: 1 evento (5.56%).
- Incendio urbano: 1 evento (5.56%).

Si bien estos registros permiten reconocer el contexto climático de la zona, el único fenómeno vinculado de manera directa con los peligros que afectan a la infraestructura vial es el de precipitaciones intensas, cuyo impacto puede manifestarse a través de flujos de detritos e inundaciones fluviales

Mapa 14: Área de influencia para análisis de eventos pasados Radio=17km



Cuadro 19: registrados por fecha y fenómeno según INDECI

FECHA	FENÓMENO	DAÑOS REGISTRADOS
01/06/2007	Heladas	279 afectados
24/03/2017	Tormenta eléctrica (temporada)	Sin información
14/07/2008	Heladas	121 damnificados
15/07/2010	Heladas	90 afectados
06/07/2015	Vientos fuertes	Sin información
01/07/2007	Heladas	1663 afectados
19/05/2008	Heladas	45 afectados, 16 viviendas afectadas
15/09/2007	Vientos fuertes	34 damnificados, 9 viviendas afectadas
19/05/2008	Heladas	60 afectados, 20 viviendas afectadas
27/05/2004	Heladas	236 afectados
01/07/2007	Heladas	954 afectados
01/04/2004	Precipitaciones - lluvia	1512 afectados
02/07/2004	Precipitaciones - nevada	678 afectados
02/07/2004	Precipitaciones - nevada	2320 afectados
01/07/2011	Heladas	24 afectados
28/08/2007	Vientos fuertes	5 damnificados, 1 vivienda afectada
08/09/2008	Incendio urbano	8 damnificados, 1 vivienda destruida
23/06/2003	Heladas	94 afectados

Fuente: INDECI - Emergencias registradas 2003 - 2018

B) Información recopilada de la Cartografía de peligros del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID):

Se revisó la plataforma geoespacial del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGRID, administrada por el CENEPRED, con la finalidad de identificar los niveles de peligrosidad regional asociados al área de influencia del proyecto. La consulta permitió visualizar la susceptibilidad a distintos fenómenos naturales a escala regional, constituyendo una referencia preliminar que complementa el análisis específico desarrollado para el tramo en estudio.

Los resultados disponibles en el SIGRID muestran lo siguiente:

- Inundación y movimientos en masa**

La susceptibilidad regional es variable, con zonas que van desde niveles bajos hasta altos, dependiendo del sector del corredor vial. Se identifican áreas donde las quebradas y zonas de acumulación de escorrentía presentan mayor susceptibilidad.

- Sismo**

En el ámbito del proyecto, el SIGRID clasifica la peligrosidad sísmica como nula, según la información de intensidades históricas registradas.

- **Vulcanismo**

El área de intervención se encuentra dentro del alcance de influencia por caída de ceniza y pómez del volcán Ubinas, clasificándose con un nivel de peligrosidad medio.

- **Heladas**

La susceptibilidad ante heladas es alta a muy alta en la mayor parte del tramo vial, según los valores regionales del SIGRID.

- **Lluvias intensas**

Los mapas de susceptibilidad por lluvias intensas asociadas a eventos El Niño muestran niveles bajos a lo largo del corredor.

- **Movimientos en masa (segunda clasificación del SIGRID)**

La cartografía de movimientos en masa (remoción en masa) muestra sectores con niveles de susceptibilidad que van de alto a muy alto, principalmente en zonas de ladera.

En conjunto, esta información geoespacial confirma que el ámbito del proyecto presenta variabilidad en los niveles de susceptibilidad regional, con mayor expresión en heladas, movimientos en masa y procesos asociados a la dinámica de quebradas. Esta referencia orienta la necesidad de un análisis más detallado, el cual se desarrolla en las secciones siguientes.

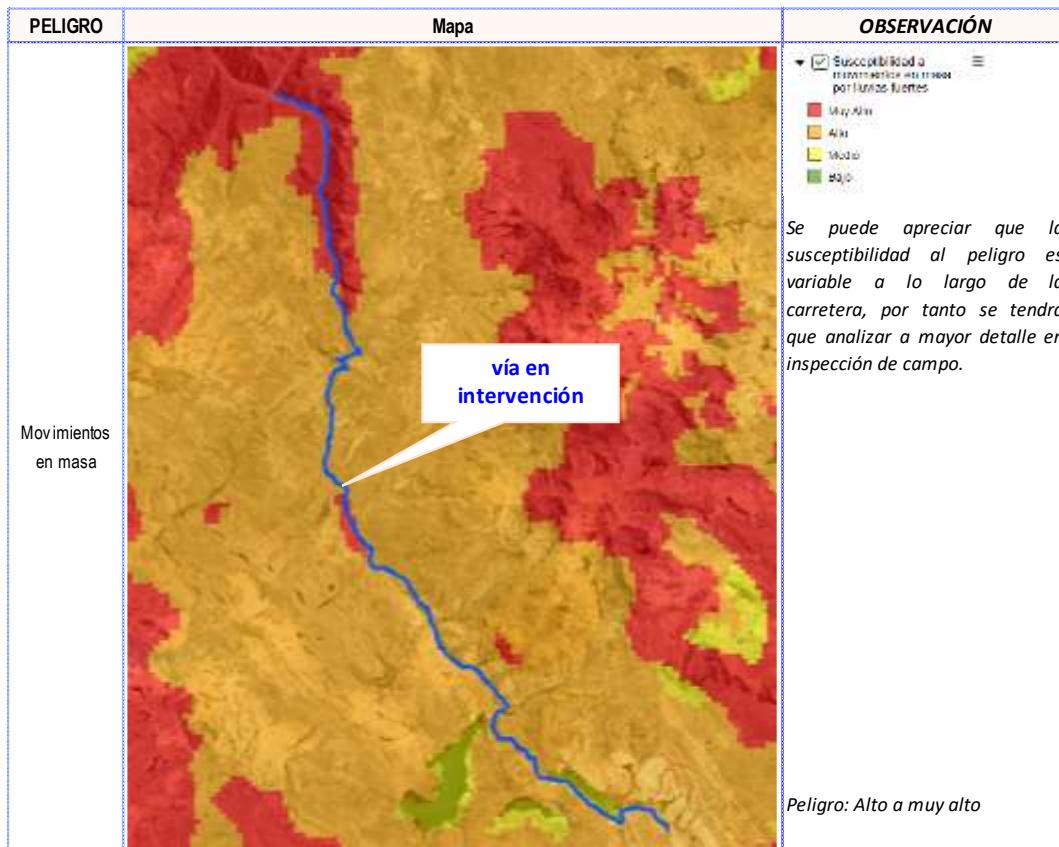
A continuación, se presenta el Cuadro 20: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), que incluye los mapas temáticos y las observaciones correspondientes para cada tipo de peligro identificado en la plataforma.

Cuadro 20: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID)

PELIGRO	Mapa	OBSERVACIÓN
Inundación	<div style="position: absolute; top: 220px; left: 470px;"> <b>vía en intervención</b> </div>	<p>Se puede apreciar que la susceptibilidad al peligro es variable a lo largo de la carretera, por tanto se tendrá que analizar a mayor detalle en inspección de campo.</p> <p>Peligro: Alto a bajo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Susceptibilidad regional</li> <li>Alto</li> <li>Moderado</li> <li>Bajo</li> <li>Muy bajo o nulo</li> </ul>
Movimiento en masa	<div style="position: absolute; top: 220px; left: 470px;"> <b>vía en intervención</b> </div>	<p>Se puede apreciar que la susceptibilidad al peligro es variable a lo largo de la carretera, por tanto se tendrá que analizar a mayor detalle en inspección de campo.</p> <p>Peligro: Alto a bajo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Susceptibilidad regional</li> <li>Muy alta</li> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> <li>Muy baja</li> </ul>

PELIGRO	Mapa	OBSERVACIÓN
Sismo		<p>Se puede apreciar que el área de intervención el peligro por sismo es nulo</p> <p>Peligro: Nulo</p>
Vulcanismo		<p>Se puede apreciar que el área de intervención el peligro de caída de ceniza y Pómez es Medio</p> <p>Peligro: Medio</p>

PELIGRO	Mapa	OBSERVACIÓN
Susceptibilidad a heladas		<p>Se puede apreciar que la susceptibilidad al peligro de heladas en la zona de intervención del Proyecto es alto a muy alto.</p> <p>Peligro: Alto a muy Alto</p>
Lluvias intensas		<p>Se puede apreciar que la susceptibilidad al peligro por lluvias intensas asociadas a eventos El Niño es bajo.</p> <p>Peligro: Bajo</p>



C) Información recopilada de Inspección de campo:

Como parte del análisis de peligros naturales en el área de intervención del proyecto vial, se realizó una inspección técnica de campo con el objetivo de verificar in situ la ocurrencia, características y distribución espacial de los fenómenos que afectan el trazado propuesto.

Durante esta inspección se elaboró un registro fotográfico georreferenciado, documentando visualmente los sectores críticos a lo largo de la vía. Cada registro incluye:

- Ubicación precisa en progresivas del trazo vial, facilitando la referencia y ubicación dentro del diseño del proyecto.
- Descripción detallada del fenómeno observado, incorporando morfología, extensión, grado de afectación y posibles causas.
- Clasificación del tipo de peligro según la tipología establecida por CENEPRED.
- Asignación del nivel de peligro, sustentada en evidencias de campo y condiciones del entorno.

A continuación muestra el siguiente cuadro con el registro fotográfico:

Cuadro 21: Registro fotográfico de información de campo

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 2+000)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 2+060)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 2+640)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada flujo de agua de bofedales            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 4+070)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 4+880)            Descripción: En la imagen se muestra el talud de la vía expuesto a procesos de erosión            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 5+070)            Descripción: En la imagen se muestra el talud de la vía expuesto a procesos de erosión            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 5+600)  Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Medio</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 6+140)  Descripción: En la imagen se aprecia la laguna muy cerca a la carretera  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Medio</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 6+710)  Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 6+840)  Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 7+780)  Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 7+960)  Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
7+960 a 8+000	7+960 a 8+000
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 7+960 a 8+000)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 7+960 a 8+000)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
8+060	8+080
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 8+060)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 8+080)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
8+100	8+840 a 9+000
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 8+100)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 8+840 a 9+000)</p> <p>Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo</p> <p>Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p>Nivel de peligro Alto</p>

FOTO	FOTO
Evidencia de material de arrastre	Terreno propenso a deslizamiento
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 8+840 a 9+000) Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 9+460 a 9+520) Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto
FOTO	FOTO
Terreno inestable	Evidencia de deslizamientos de material parte inferior de la vía en estudio
9+500	9+500
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 9+500) Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 9+500) Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto
FOTO	FOTO
Deslizamiento de material granular	Cruce de quebrada natural
9+580	9+780
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 9+580) Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 9+780) Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 10+020 a 10+180)            Descripción: En la imagen se puede ver el talud propenso a deslizamiento de suelo            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 10+360)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 10+630)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 10+880)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 11+630)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 11+750)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
Ingreso de quebrada natural	Riachuelo de agua natural
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 11+940)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+270)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
Alcantanilla existente	Quebrada natural
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+610)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+620)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
Quebrada natural	Riachuelo natural
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+720)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+870)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 12+800)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una cuerda de agua            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 13+030)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 13+490)            Descripción: Se muestra una alcantarilla existente            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 14+800)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 15+290)            Descripción: Se muestra una alcantarilla existente            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 15+700)            Descripción: Se muestra un puente existente            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 16+120)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 16+600)            Descripción: La imagen muestra la carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+140)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+270)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+400)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+440)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+630)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por bofedales y quebrada  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 17+810)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 18+240)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 18+600)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por un río  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 19+000)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 19+420)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>

FOTO	FOTO
A photograph showing a dirt road crossing a dry streambed (quebrada natural) in a hilly, arid landscape. Blue arrows point towards the road from the streambed.	A photograph showing a steep hillside with several red arrows pointing downwards, indicating granular material sliding down the slope.
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 20+390)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 20+760 a 20+920)            Descripción: Se muestra taludes inestables con deslizamiento de material granular            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
A photograph showing a steep hillside with red arrows indicating soil slippage (deslizamiento de suelo).	A photograph showing a dirt road crossing a dry streambed (quebrada natural) in a hilly, arid landscape. Blue arrows point towards the road from the streambed.
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 21+460)            Descripción: Se muestra taludes inestables con deslizamiento de material granular            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 22+040)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>
FOTO	FOTO
A photograph showing a proposed road alignment (Trazo nuevo de vía) indicated by a red line, crossing a dry streambed (quebrada natural) indicated by blue arrows.	A photograph showing a dirt road crossing an existing rustic canal (Canal rústico existente) indicated by blue arrows.
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 22+860)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por un río            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 22+900)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por un canal rústico existente            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro: Alto</p>

FOTO	FOTO
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 24+050)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 24+230)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 24+400)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 24+620)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+090)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+090)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>

FOTO	FOTO
Quebrada natural	Quebrada natural
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+310) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+400) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto
FOTO	FOTO
Quebrada natural de terreno	Acumulación de aguas pluviales
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+540) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+520) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto
FOTO	FOTO
Escorrimiento permanente de agua	Quebrada natural
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+820) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto	Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 25+880) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro Alto

FOTO		FOTO	
<b>Quebrada natural</b>		<b>Quebrada natural</b>	
	26+320		26+360
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+320) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto		Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+360) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto	
FOTO		FOTO	
<b>Escumamiento de aguas de bोfedales</b>		<b>Quebrada natural</b>	
	26+460		26+540
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+460) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto		Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+540) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto	
FOTO		FOTO	
<b>Evidencia de flujo de aguas pluviales</b>		<b>Quebrada natural de terreno</b>	
	26+670		26+790
Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+670) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto		Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+790) Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos Nivel de peligro: Alto	

FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 26+880)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 27+020)
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro	Alto	Nivel de peligro	Alto
FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 27+310)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 27+370)
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro	Alto	Nivel de peligro	Alto
FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 27+940)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 28+030)
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro	Alto	Nivel de peligro	Alto

FOTO	FOTO
Quebrada natural	Desplazamientos verticales del terreno por presencia de una falla
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 28+080)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva )            Descripción: Desplazamientos verticales del terreno por presencia de una falla            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>
Evidencia de escorrimiento de aguas pluviales	Quebrada natural
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 28+240)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 29+770)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>
Quebrada natural	Evidencia de flujo de aguas pluviales
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 30+240)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 30+320)            Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural            Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos            Nivel de peligro Alto</p>

FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 30+950)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+040)
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro:	Alto	Nivel de peligro:	Alto
FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+270)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+300)
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro:	Alto	Nivel de peligro:	Alto
FOTO		FOTO	
Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+360 a 31+470)	Ubicación:	Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva )
Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural	Descripción:	Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural
Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos	Tipo de peligro:	Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos
Nivel de peligro:	Alto	Nivel de peligro:	Alto

FOTO	FOTO
	
<p><b>Evidencia de deslizamientos de roca</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+880 a 31+980)  Descripción: Se ve el talud superior de la vía con evidencias de deslizamiento de roca  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p><b>Tramo de vía propenso a ser afectado por aumento de caudal de río</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 31+290 a 31+310)  Descripción: Se el río muy cerca a la vía en estudio  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
	
<p><b>Terreno inestable</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 33+910)  Descripción: Se ve el talud superior de la vía con evidencias de deslizamiento de roca  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p><b>Quebrada natural</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva )  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>
FOTO	FOTO
	
<p><b>Escurrimiento de agua</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 34+100)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por un cuerpo de agua  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p><b>Zona de afectación de la vía por socavación</b></p> <p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva VERIFICAR )  Descripción: Se muestra el trazo de carretera con evidencias de socavación del río  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>

FOTO	FOTO
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 34+480)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 34+920)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
FOTO	FOTO
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 34+930)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 34+960)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
FOTO	FOTO
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 35+760)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 38+400)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>

FOTO	FOTO
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 38+680)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 39+090 a 39+160)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera con evidencias de socavación del río</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 39+680)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 39+680)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>
<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 40+040)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>	<p><b>Ubicación:</b> Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 40+100)</p> <p><b>Descripción:</b> Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural</p> <p><b>Tipo de peligro:</b> Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos</p> <p><b>Nivel de peligro:</b> Alto</p>

FOTO	FOTO
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva )  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva )  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>
<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 40+530)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera atravesada por una quebrada natural  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>	<p>Ubicación: Carretera Jancopujo - Crucero (Progresiva 40+820)  Descripción: Se muestra el trazo de carretera con socavación de borde calzada  Tipo de peligro: Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos  Nivel de peligro Alto</p>

### **Principales resultados del análisis de campo**

Durante el recorrido realizado entre Jancopujo y Crucero se identificaron y georreferenciaron más de 100 puntos críticos. Del análisis se destacan los siguientes aspectos:

- Tipo de peligro predominante:**

- La mayoría de puntos se asocian a fenómenos hidrometeorológicos, principalmente quebradas naturales activas, bofedales, cuerpos de agua, zonas de acumulación de escorrentías y taludes inestables que se activan durante precipitaciones. Se evidencian condiciones favorables tanto para flujos de detritos como para inundaciones fluviales en sectores específicos.

- **Frecuencia de ocurrencia:**

- Más del 85% de los puntos analizados corresponden a cruces o proximidad con quebradas naturales y zonas de concentración de escorrentía.
- Se identifican también sectores con huellas de erosión hídrica, socavación y material arrastrado.

- **Nivel de peligro asignado:**

- Aproximadamente el 90% de los puntos presenta nivel Alto, lo cual evidencia una susceptibilidad marcada del trazo ante eventos de origen hídrico.
- Un número reducido de puntos presenta nivel Medio o Bajo, generalmente donde existen obras de drenaje o condiciones topográficas favorables.

- **Infraestructura existente:**

- Se identificaron pasos de agua, pequeños puentes y zonas intervenidas; sin embargo, en varios sectores la infraestructura es insuficiente o no controla adecuadamente los aportes hídricos, incrementando la exposición del trazo vial.

En conjunto, la información verificada en campo evidencia que el trazo vial presenta alta susceptibilidad frente a fenómenos desencadenados por precipitaciones, especialmente en los sectores donde la vía intersecta quebradas activas o zonas con acumulación de escorrentías.

Estas condiciones permiten concluir que los peligros con mayor incidencia y capacidad de afectación en el área de intervención son:

- **Flujo de detritos**, asociado a la activación de quebradas y zonas con acumulación de sedimentos.
- **Inundación fluvial**, principalmente en sectores próximos a cauces definidos o zonas donde se concentra el escurrimiento superficial.

A partir de la verificación en campo y del análisis complementario de la información proveniente del SIGRID y de los registros históricos de INDECI, se determina que los peligros que requieren evaluación específica en el presente estudio son flujo de detritos e inundación fluvial, por ser los que presentan mayor recurrencia, evidencia física y capacidad de afectar la funcionalidad del trazo vial.

Sobre esta base se desarrollarán las siguientes etapas del Estudio.

## CAPITULO III: DETERMINACION DEL PELIGRO

### 3.1. Metodología para la determinación del peligro

La metodología empleada para determinar los niveles de peligro en el ámbito del proyecto se desarrolla conforme a los lineamientos técnicos del CENEPRED. El proceso se basa en la identificación y evaluación de los factores condicionantes y desencadenantes, así como en la caracterización del fenómeno de estudio dentro del territorio.

#### Caracterización del Peligro

La caracterización del peligro tiene como finalidad comprender la dinámica y comportamiento de los fenómenos presentes en el área de estudio. Para ello se consideran las siguientes actividades:

- **Elaboración de la situación de la zona de estudio**

Se delimita el área de influencia directa e indirecta del proyecto y se identifican las características relevantes del territorio, incluyendo las condiciones físicas, ambientales y los elementos expuestos.

- **Recopilación de información**

- **Información primaria:**

Incluye la inspección técnica de campo, el registro fotográfico georreferenciado y la verificación directa de los puntos críticos, considerando la presencia de quebradas, taludes inestables, zonas de erosión y otros rasgos asociados a procesos hidrometeorológicos.

- **Información secundaria:**

Comprende la revisión de fuentes oficiales como CENEPRED, INDECI, SIGRID, SENAMHI, estudios técnicos previos, bases cartográficas, series históricas de precipitación y registros de emergencias.

#### Evaluación de la susceptibilidad

La susceptibilidad se analiza a partir de los factores condicionantes del territorio, los cuales influyen en la predisposición del terreno frente a cada fenómeno. Para el presente estudio se consideran:

- **Pendiente del terreno:** Áreas con mayor inclinación presentan mayor predisposición a inestabilidad, erosión o concentración de escorrentías.
- **Unidades geológicas:** Se evalúa la resistencia del material, grado de consolidación y comportamiento del suelo o roca frente a la saturación.
- **Unidades geomorfológicas:** Se analizan las formas del relieve y las condiciones estructurales que pueden favorecer procesos de remoción, erosión o acumulación de agua.

Los factores desencadenantes se analizan en función de la precipitación pluvial máxima en 24 horas, valor representativo para identificar condiciones de activación de procesos hidrometeorológicos.

### Parámetro de evaluación del fenómeno

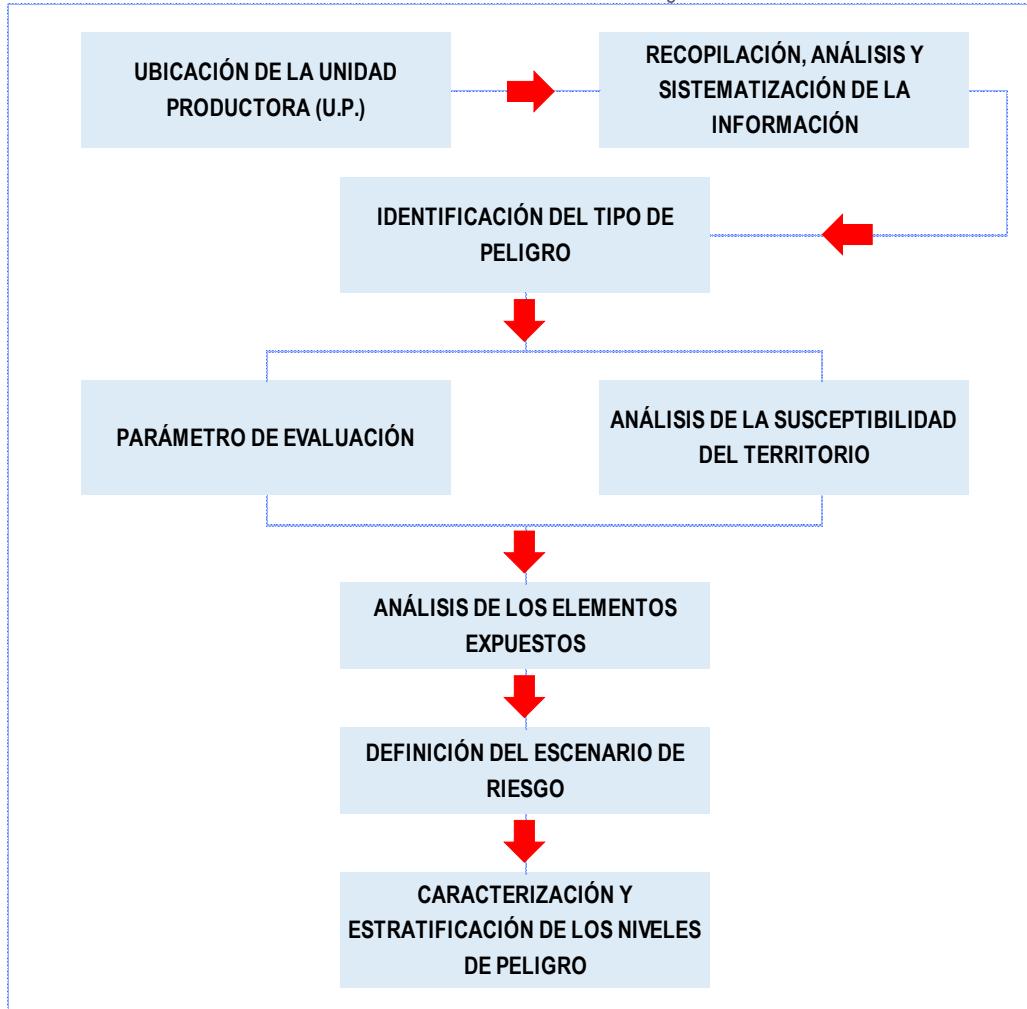
El parámetro de evaluación permite determinar el nivel de severidad del fenómeno sobre la vía.

Su definición varía según el tipo de peligro:

- **Para flujo de detritos:** se utiliza el impacto del caudal de la quebrada sobre la vía, evaluado a partir de la interacción del cauce con el trazo vial.
- **Para inundación fluvial:** se utiliza la proximidad al cauce del río, medida desde el borde del cauce, lo que permite valorar el grado de exposición directa a eventos de desborde.

El proceso seguido para ambos peligros se resume en el siguiente esquema metodológico:

Cuadro 22: Caracterización del Peligro



### 3.2. Identificación del área de influencia

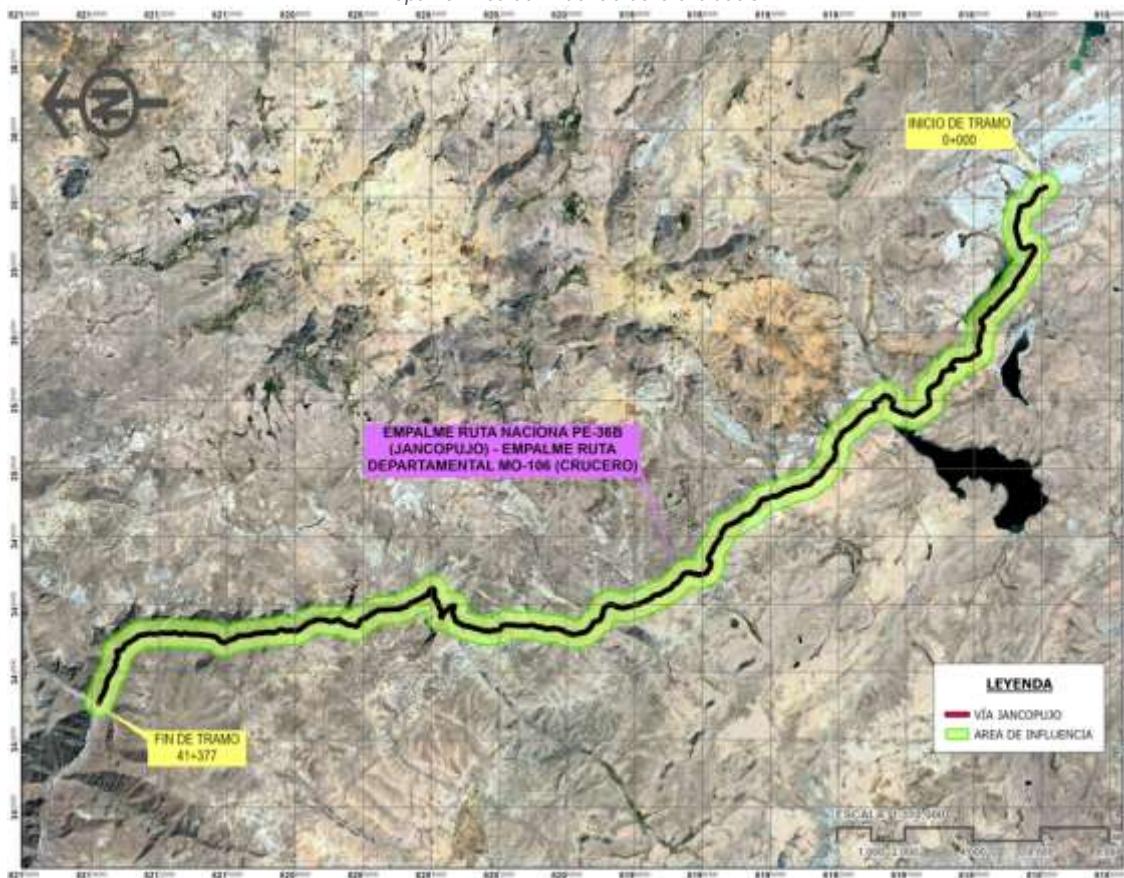
El área de influencia del presente estudio ha sido delimitada considerando una franja de 800 metros de ancho total, equivalente a 400 metros a cada lado del eje del proyecto vial, lo que permite un análisis más preciso de las condiciones que interactúan directamente con el corredor de la carretera. Esta delimitación responde a criterios técnicos vinculados a la exposición inmediata de la vía frente a fenómenos naturales como el flujo de detritos y la inundación fluvial, así como a la influencia directa de la pendiente del terreno, la geología, la geomorfología y la red de drenaje.

La definición de esta franja facilita la identificación de sectores críticos en contacto directo con el trazo vial y optimiza el análisis de la susceptibilidad territorial. Asimismo, se enmarca en los lineamientos metodológicos del CENEPRED para estudios de riesgo en proyectos lineales.

El área de influencia comprende tanto el corredor vial como los terrenos adyacentes que podrían verse afectados por procesos naturales, y ha servido como base para la recopilación de información secundaria y para la inspección de campo, permitiendo validar y precisar los niveles de peligro identificados.

A continuación, se presenta el Mapa de Área de Influencia, que muestra la franja definida para este estudio.

Mapa 15: Área de influencia de la evaluación



### 3.3. Recopilación y análisis de información recopilada

Para la caracterización del peligro se integró toda la información entregada por la entidad, complementada con fuentes oficiales externas. Las principales fuentes consideradas fueron:

**Información proporcionada por la entidad:**

- **Levantamiento topográfico del proyecto**, utilizado como base para la generación del modelo digital de terreno y los mapas de pendiente.
- **Puntos geodésicos**, empleados para la correcta georreferenciación del trazo.
- **Estudio hidrológico**, con información del comportamiento hidrológico y régimen de precipitaciones de la zona.
- **Diseño geométrico**, que permitió verificar el trazo oficial y ubicar con precisión las progresivas evaluadas.
- **Estudio de tráfico**, utilizado en la construcción de la vulnerabilidad social y económica.

**Información oficial complementaria:**

- Información histórica de emergencias registradas (INDECI, 2003–2018).
- Cartografía temática disponible en el Sistema SIGRID (peligros múltiples).
- Información geológica, geomorfológica, edafológica y cobertura vegetal (ZEE Moquegua 2018).
- Modelos de elevación digital y mapas de pendiente.
- Inspección de campo detallada, con registros fotográficos, localización por progresivas y calificación del nivel de peligro.

El análisis integró todos estos insumos para caracterizar los factores condicionantes y desencadenantes, y definir patrones territoriales que permitieron asignar niveles diferenciados de peligro a lo largo del corredor vial.

### 3.4. Identificación de probable área de influencia

La probable área de influencia comprende las zonas, poblaciones e infraestructuras que podrían verse afectadas si, ante un evento extraordinario asociado a los peligros evaluados (flujo de detritos e inundación fluvial), la vía quedara interrumpida o inhabilitada temporalmente.

A lo largo del corredor Jancopujo – Crucero se ubican centros poblados menores, instituciones educativas y servicios básicos que dependen directamente de la transitabilidad del tramo para asegurar su funcionamiento cotidiano. Una interrupción en puntos críticos de la vía puede generar:

- Aislamiento temporal de sectores rurales intermedios y restricción de acceso a servicios esenciales.
- Afectación en la asistencia a centros educativos, especialmente en zonas cercanas al trazo.
- Incremento de tiempos y costos de transporte para la población y para el traslado de bienes.
- Limitaciones en la atención de emergencias debido a la menor accesibilidad hacia y desde Ichuña.

En este sentido, la probable área de influencia incluye tanto los tramos expuestos de la vía como la capital distrital de Ichuña, los centros poblados menores ubicados en su entorno inmediato y las instituciones educativas que dependen funcionalmente de la conectividad del corredor.

### 3.5. Parámetros de evaluación

Para la determinación del nivel de peligro en el área de estudio, se han definido parámetros de evaluación específicos para cada uno de los fenómenos analizados: flujo de detritos e inundación fluvial, de acuerdo a lo establecido por el CENEPRED en el Manual para Evaluación de Riesgos.

Estos parámetros permiten representar, de manera cuantitativa y comparable, la severidad potencial del fenómeno sobre la vía proyectada.

#### 3.5.1 Parámetro de evaluación para flujo de detritos

En el caso del flujo de detritos, el parámetro seleccionado corresponde a la velocidad del flujo, la velocidad es un parámetro crucial para estimar la energía de impacto y el poder destructivo del flujo para interrumpir o dañar la plataforma vial.

La razón por la cual se plantea la velocidad y no el caudal es, por el poder destructivo, la velocidad es un indicador directo de la fuerza de impacto que tendrán los detritos, rocas y agua contra la infraestructura, lo cual es fundamental para el análisis de la fragilidad física en la evaluación del riesgo. Mientras que la complejidad del flujo de detritos no es un fluido newtoniano simple como el agua pura de una inundación fluvial; es una mezcla densa de agua y sedimento que se comporta de manera compleja. El caudal volumétrico por sí solo puede no reflejar adecuadamente su comportamiento destructivo si no se considera la concentración de sólidos y la velocidad a la que se desplaza.

El descriptor se estructura en cinco categorías, cada una con su respectivo peso ponderado, que reflejan desde interrupciones leves hasta cortes severos de la plataforma.

Cuadro 23: Parámetro de evaluación para flujo de detritos

<b>Velocidad del flujo</b>	<b>Peso. Pond.</b>	<b>1</b>
>10 m <sup>3</sup> /s	<b>0.518</b>	
5–10 m <sup>3</sup> /s	<b>0.241</b>	
1–5 m <sup>3</sup> /s	<b>0.134</b>	
0.1–<1 m <sup>3</sup> /s	<b>0.065</b>	
<i>Escurreimiento mínimo</i>	<b>0.042</b>	

#### 3.5.2 Parámetro de evaluación para inundación fluvial

Para el fenómeno de inundación fluvial, el parámetro de evaluación recomendado por el CENEPRED en el Manual para Evaluación de Riesgos, recomienda clasificar la intensidad del

peligro y sus niveles utilizando parámetros físicos como es el Tirante de Agua (Profundidad de la lámina de agua en metros), dado que la posibilidad de inundación, socavación lateral o sobrepujo aumenta significativamente en zonas cercanas al cauce activo o a la franja fluvial inmediata.

La clasificación se basa en profundidad y velocidad en cada punto del área de estudio, lo cual es más robusto técnicamente que una simple medición de distancia al cauce.

Los descriptores de cercanía son útiles como un parámetro cualitativo de susceptibilidad (factor condicionante), pero para la clasificación final de la intensidad del peligro y el riesgo, los manuales del CENEPRED priorizan los resultados cuantitativos de la modelación hidráulica (tirante y velocidad).

Cuadro 24: Parámetro de evaluación para inundación fluvial

Tirante de Agua (profundidad de la lámina de agua en metros)	Peso. Pond.	1
Mayor a 5 m.	<b>0.518</b>	
de 2.5 a 5 m.	<b>0.241</b>	
de 1.5 a 2.5 m.	<b>0.134</b>	
de 0.5 a 1.5 m.	<b>0.065</b>	
Menor a 0.5 m.	<b>0.042</b>	

### 3.6. Susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y desencadenantes)

#### 3.6.1 Factores condicionantes para peligro por flujo de detritos

Los factores condicionantes representan las características físicas del territorio que influyen en el grado de susceptibilidad del terreno ante la ocurrencia de flujos de detritos. Para este estudio se han considerado tres factores principales: unidades geomorfológicas, pendiente del terreno y unidades geológicas.

La ponderación relativa de cada factor se obtuvo mediante el Proceso de Análisis Jerárquico y refleja su influencia específica en este tipo de fenómeno.

##### a) Unidades geomorfológicas

Este es el factor de mayor influencia (peso ponderado: 0.525). Las formas del relieve determinan la capacidad del terreno para concentrar escorrentía, recibir aportes de quebradas y movilizar materiales sueltos.

Los niveles de susceptibilidad considerados son:

Cuadro 25: Factores condicionantes – Unidades geomorfológicas

<b>Unidades geomorfológicas</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Cauce de quebrada aluvial desarrollada	<b>0.503</b>
Cauce de quebrada aluvial incipiente y Fondos de valle aluvial activo	<b>0.260</b>
Fondos de valle aluvial, Fondos de valle aluvial con bofedales y Ladera de montaña con material morréxico	<b>0.134</b>
Colina de piroclastos, Colina en roca volcánica y Colina estructural sedimentaria	<b>0.068</b>
Montaña en roca volcánica, Montaña en roca volcánica-sedimentaria, Montaña en roca sedimentaria, Montaña estructural sedimentaria, Montaña sedimentaria carstificada, Montaña en roca sedimentaria-metamórfica, Laguna y Planicie estructural	<b>0.035</b>

Estas unidades permiten identificar zonas donde la morfología favorece la acumulación de caudal y la movilización de detritos provenientes de microcuencas y quebradas naturales.

### b) Pendiente del terreno

La pendiente condiciona la velocidad de escurrimiento y el potencial de arrastre de sedimentos. Su peso ponderado es 0.334, ocupando el segundo lugar en importancia.

Los rangos definidos son:

Cuadro 26: Factor condicionante – Pendiente

<b>Pendiente</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Muy alta (Pendiente > 20°)	<b>0.514</b>
Alta (12° < Pendiente ≤ 20°)	<b>0.269</b>
Moderada (8° < Pendiente ≤ 12°)	<b>0.110</b>
Baja (5° < Pendiente ≤ 8°)	<b>0.066</b>
Muy baja (Pendiente ≥ 5°)	<b>0.041</b>

Pendientes mayores concentran mayor energía hidráulica, favoreciendo la formación y descenso de flujos de detritos.

### c) Unidades geológicas

Este factor presenta un peso ponderado de 0.142. La litología influye en la facilidad con que el material puede ser erosionado, desagregado y transportado por las crecientes.

Los niveles utilizados son:

Cuadro 27: Factores condicionantes - Unidades Geológicas

<b>Unidades geológicas</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Depósitos morréxicos	<b>0.582</b>
Formación Gramadal	<b>0.199</b>
Formación Hualhuani	<b>0.110</b>
Formación Pichu	<b>0.067</b>
Formación Maure (andesítico) y Laguna	<b>0.041</b>

Las unidades con materiales sueltos o poco consolidados presentan mayor susceptibilidad a ser incorporados en un flujo de detritos.

### 3.6.2 Factores condicionantes para peligro por inundación fluvial

Para el peligro de inundación fluvial se consideraron los mismos tres factores condicionantes empleados en la evaluación del peligro por flujo de detritos. Sin embargo, el peso relativo de cada factor varía, ya que la dinámica del fenómeno es distinta. La ponderación final proviene del proceso de análisis jerárquico aplicado para este tipo de peligro.

Los factores condicionantes y sus ponderaciones son los siguientes:

#### a) Unidades geomorfológicas

Este es el factor con mayor influencia en la susceptibilidad al peligro por inundación fluvial, con un peso de 0.633. La clasificación empleada se basa en la cartografía geomorfológica del área recortada (800 m de ancho total):

Las unidades geomorfológicas controlan en mayor medida la susceptibilidad, destacando los fondos de valle como las zonas más expuestas a inundación fluvial.

Cuadro 28: Factores condicionantes – Unidades geomorfológicas

<b>Unidades geomorfológicas</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Fondos de valle aluvial activo	<b>0.503</b>
Fondos de valle aluvial con bofedales y Laguna	<b>0.260</b>
Fondos de valle aluvial y Planicie estructural	<b>0.134</b>
Colina estructural sedimentaria y Ladera de montaña con material morrénico	<b>0.068</b>
Colina de piroclastos, Colina en roca volcánica, Montaña en roca sedimentaria, Montaña en roca, sedimentaria-metamórfica, Montaña en roca volcánica, Montaña en roca volcánica-sedimentaria, Montaña estructural sedimentaria, Montaña sedimentaria carsificada, Cauce de quebrada aluvial incipiente, Cauce de quebrada aluvial desarrollada	<b>0.035</b>

#### b) Pendiente del terreno

Representa el segundo factor en importancia con un peso de 0.260. Los rangos definidos para la zonificación de pendientes son:

Cuadro 29: Factor condicionante – Pendiente

<b>Pendiente</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Muy baja (Pendiente < 2°)	<b>0.582</b>
Baja (2° < Pendiente ≤ 5°)	<b>0.199</b>
Moderada (5° < Pendiente ≤ 8°)	<b>0.110</b>
Alta (8° < Pendiente ≤ 12°)	<b>0.067</b>
Muy alta (Pendiente > 12°)	<b>0.041</b>

La pendiente tiene influencia secundaria; las zonas planas y de baja inclinación presentan mayor susceptibilidad al concentrar y retener escorrentías.

### c) Unidades geológicas

Este factor presenta un peso de 0.106, y se clasificó según las unidades geológicas presentes dentro del ancho evaluado:

Cuadro 30: Factores condicionantes - Unidades Geológicas

<b>Unidades geológicas</b>	<b>Peso. Pond.</b>	<b>0.106</b>
Depósitos morrénicos		<b>0.503</b>
Formación Gramadal		<b>0.260</b>
Formación Hualhuani		<b>0.134</b>
Formación Maure, andesítico y Formación Sencca		<b>0.068</b>
Formación Pichu y Laguna		<b>0.035</b>

La geología influye en menor grado, aportando información sobre permeabilidad y estabilidad del sustrato que puede favorecer acumulación o infiltración del flujo.

### 3.6.3 Factor desencadenante para peligro por flujo de detritos e inundación fluvial

El factor desencadenante considerado en el presente estudio es la precipitación pluvial máxima en 24 horas, la cual determina la activación de procesos hidrometeorológicos en la zona de intervención. Este factor es común tanto para el peligro por flujo de detritos como para el peligro por inundación fluvial, pues en ambos casos los eventos de lluvia intensa son los responsables del incremento abrupto de escorrentía, descargas concentradas en quebradas y aumento del caudal del río.

La precipitación en 24 horas se ha clasificado en cinco descriptores:

Cuadro 31: Factor desencadenante - Intensidad de Precipitación en (mm/24 horas)

<b>Intensidad de Precipitación en (mm/24 horas)</b>	<b>Peso. Pond.</b>	<b>1</b>
Extremadamente lluvioso: $RR/día > 37.1 \text{ mm}$		<b>0.503</b>
Muy lluvioso: $22.5 \text{ mm} < RR/día \leq 37.1 \text{ mm}$		<b>0.260</b>
Lluvioso: $16 \text{ mm} < RR/día \leq 22.5 \text{ mm}$		<b>0.134</b>
Moderadamente lluvioso: $8.2 \text{ mm} < RR/día \leq 16 \text{ mm}$		<b>0.068</b>
Poco lluvioso: $RR/día < 8.2 \text{ mm}$		<b>0.035</b>

Para la evaluación del peligro, se adopta como descriptor representativo el nivel Muy Lluvioso (22.5–37.1 mm/24h), ya que refleja una intensidad de precipitación capaz de activar procesos peligrosos relevantes dentro del ámbito del proyecto. Este criterio es coherente con la metodología de clasificación y permite caracterizar adecuadamente los escenarios de peligro considerados en este estudio.

### 3.7. Análisis de elementos expuestos (social, económico y ambiental)

El análisis de los elementos expuestos se realizó considerando el área de influencia definida para el proyecto, dentro del ancho de 800 metros a cada lado del eje vial. Se identificaron los

componentes sociales, económicos y ambientales que podrían verse afectados ante la ocurrencia de flujo de detritos o inundación fluvial.

### a) Elementos sociales

El principal elemento social expuesto es la carretera proyectada en toda su longitud (41.37 km). Adicionalmente, dentro del área de influencia se identificaron los siguientes elementos sensibles:

- Centros poblados menores localizados a lo largo del tramo (Mayuhuasi, Pucalacaya, Huaychuni, Llusta, Zoralaya, entre otros), cuya movilidad depende directamente de la transitabilidad de la vía.
- Instituciones educativas cercanas al eje vial, cuyos accesos podrían verse interrumpidos por erosiones laterales o activación de quebradas.
- Centros comunitarios e infraestructura pública local, que perderían conectividad en caso de corte del tránsito por eventos hidrometeorológicos.

Estos elementos presentan vulnerabilidad principalmente en zonas donde la vía cruza cauces, bordea bofedales o atraviesa laderas inestables.

### b) Elementos económicos

Dentro del área de influencia se identifican:

- Áreas de actividad agropecuaria, presentes en pequeños sectores asociados a vegas, bofedales y zonas de cultivo dispersas.
- Infraestructura de soporte rural (corrales, reservorios menores, cercos y accesos comunales), expuesta a erosión lateral, desbordes o afectación directa por flujos de detritos.
- Tramos de tránsito obligatorio para transporte de productos, principalmente ganaderos y agrícolas, que se verían afectados por interrupciones del tránsito.
- Sectores con presencia de restos arqueológicos, los cuales representan un valor patrimonial y requieren manejo especializado durante cualquier intervención. Estos se consideran dentro de la fragilidad económica por su repercusión en costos de manejo, monitoreo y preservación.

La afectación económica se asocia principalmente a la pérdida temporal de conectividad y al posible deterioro de terrenos de uso productivo cercanos a la plataforma.

### c) Elementos ambientales

Dentro del área de influencia se identificaron los siguientes elementos ambientales relevantes:

#### Bofedales altoandinos

Son ecosistemas sensibles ubicados en varios sectores del tramo. Cumplen funciones hidrológicas esenciales y sirven de hábitat para fauna silvestre altoandina.

Entre las especies registradas se identificaron varias categorizadas como protegidas o de atención especial según SERFOR:

- Parihuana (*Phoenicoparrus andinus*) — especie protegida
- Choca (*Fulica americana*)
- Pato (*Oxyura australis*)
- Ñandú serrano (*Rhea pennata*) — especie protegida
- Vizcacha (*Lagidium viscacia*)
- Guanaco (*Lama guanicoe*) — especie protegida
- Taruca (*Hippocamelus antisensis*) — especie protegida
- Vicuña (*Vicugna vicugna*) — especie protegida
- Alpaca (*Vicugna pacos*)

La presencia de especies protegidas y ecosistemas frágiles exige que cualquier intervención considere medidas específicas de manejo y conservación.

#### Lagunas y cuerpos de agua

Se identificaron varias lagunas y ojos de agua dentro del área de influencia (Huaychuni, Condorani, Llucune, entre otras). Estos cuerpos hídricos:

- Regulan el régimen local de escorrentía.
- Son hábitat de aves y fauna altoandina.

Representan zonas de alta sensibilidad ambiental que deben ser protegidas y manejadas con criterios ecosistémicos.

Los mapas EE-1 y EE-2 actualizados integran de manera espacial: Centros poblados, Instituciones educativas, Lagunas, Bofedales, Áreas productivas, Sectores arqueológicos y Elementos sociales relevantes

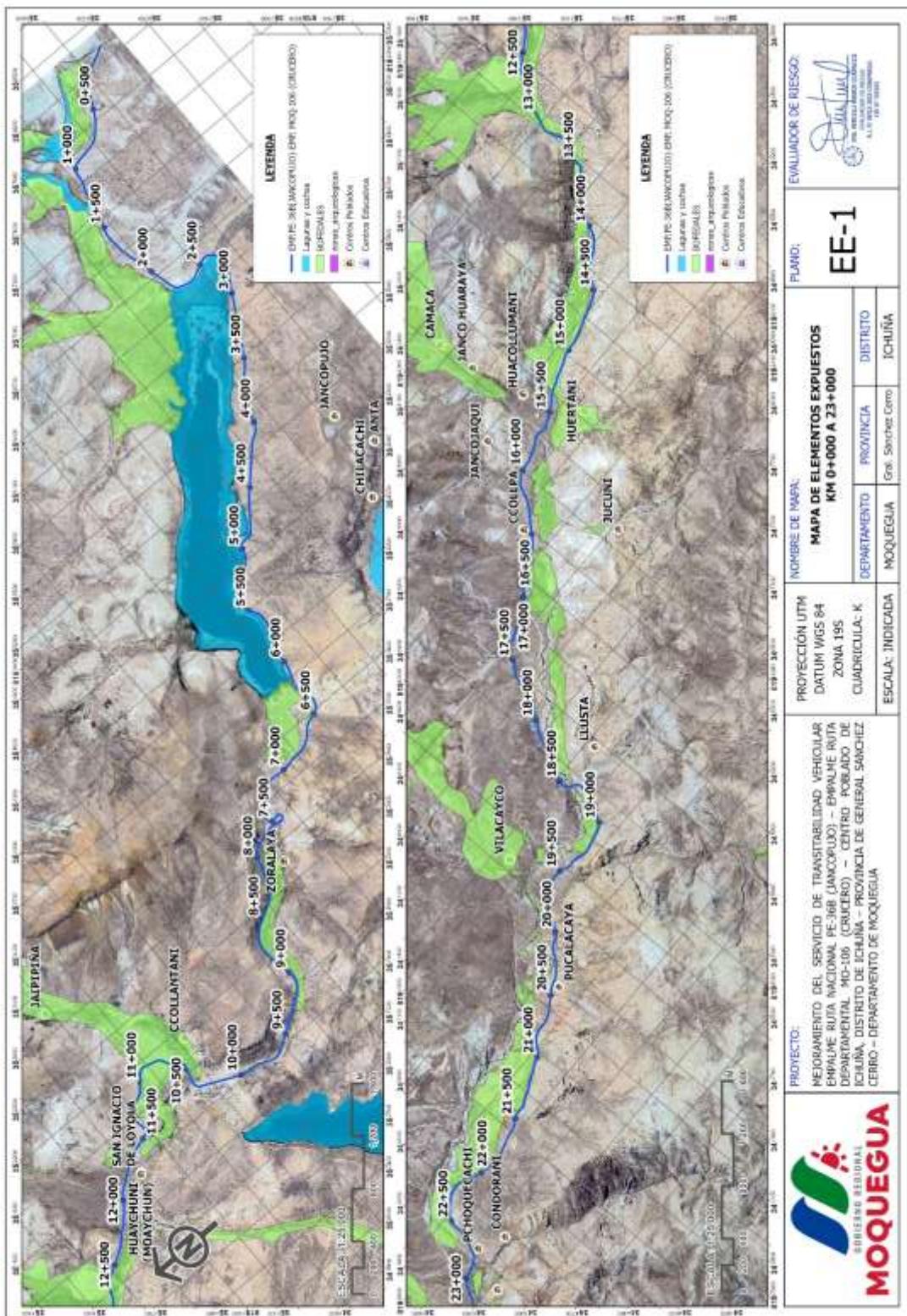


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

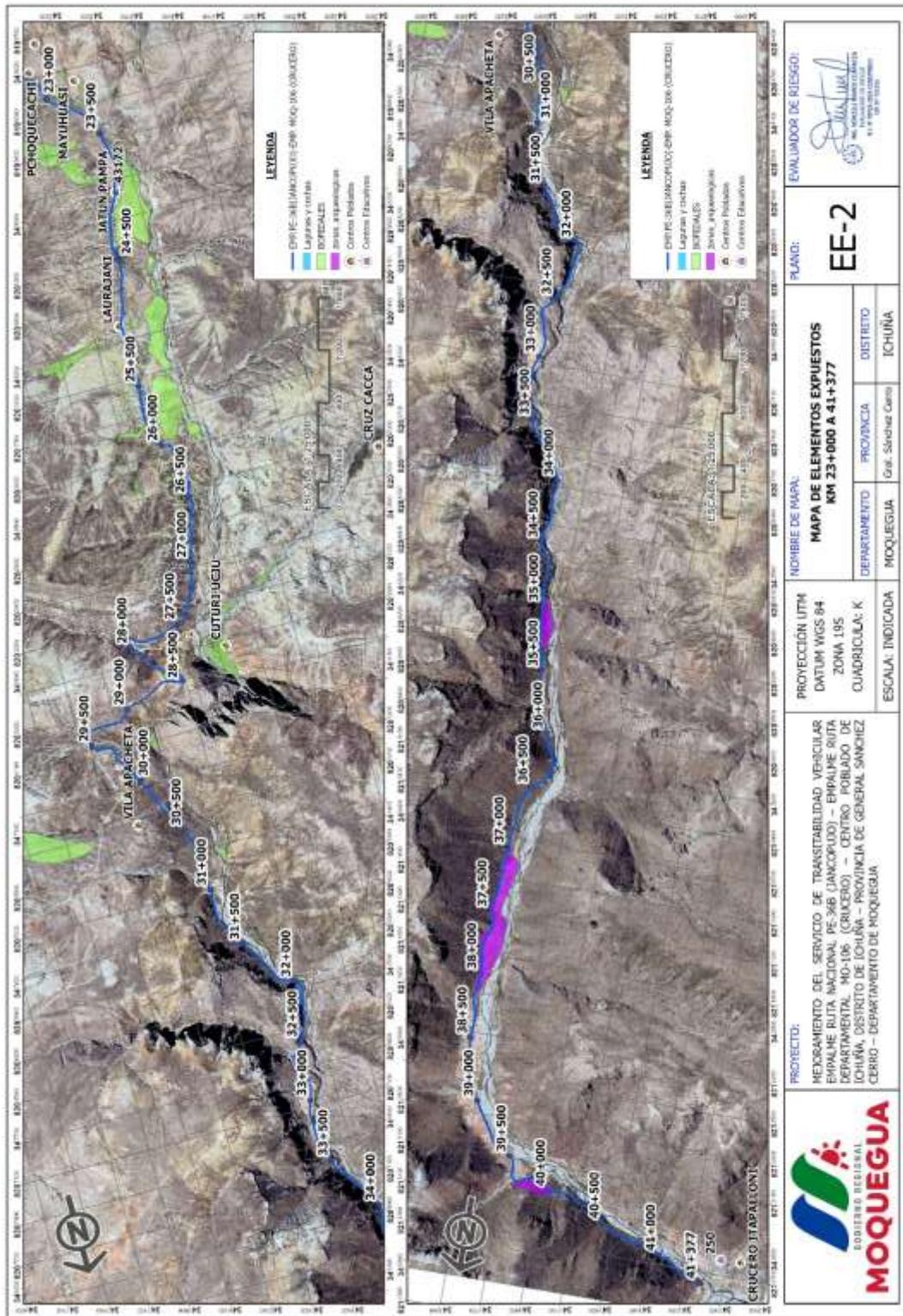
**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL  
PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO  
POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO –  
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

Mapa 16: Mapa de elementos expuestos KM 0+000 a 23+000



Mapa 17: Mapa de elementos expuestos KM 23+000 a 41+377



### 3.8. Definición de escenarios

En el área de influencia del proyecto se han definido dos escenarios de peligro: flujo de detritos e inundación fluvial.

Ambos comparten el mismo factor desencadenante, debido a que están asociados a eventos hidrometeorológicos extremos.

#### Factor desencadenante común

Se adopta la precipitación pluvial máxima en 24 horas, con el descriptor Muy lluvioso ( $22.5 \text{ mm} < RR/\text{día} \leq 37.1 \text{ mm}$ ), por ser el nivel capaz de activar procesos peligrosos en la zona según el análisis de la estación Ichuña. Este valor se emplea para ambos peligros.

#### Escenario 1: Flujo de detritos

Bajo condiciones de lluvia Muy lluviosa, los parámetros de intensidad para flujos de detritos se definen utilizando rangos de velocidad del flujo (m/s).

El escenario se caracteriza por:

- Activación de quebradas con transporte de detritos.
- Desbordes en zonas angostas o con pendientes marcadas.
- Interrupción de la vía por acumulación de materiales o erosión lateral.

#### Parámetro de evaluación empleado:

El CENEPRED recomienda utilizar la velocidad máxima de flujo como el principal descriptor cuantitativo para categorizar el peligro por flujo de detritos (huaicos), más que el caudal volumétrico absoluto. La velocidad es un parámetro crucial para estimar la energía de impacto y el poder destructivo del flujo que podría interceptar el trazo carretero.

#### Escenario definido:

*"Flujos de detritos activados por precipitación Muy lluviosa (22.5–37.1 mm/24h) con afectación directa sobre la vía debido a la velocidad del flujo".*

#### Escenario 2: Inundación fluvial

Con lluvias Muy lluviosas, el incremento del caudal del río genera desbordes localizados en sectores donde la vía está expuesta a Tirantes de agua medidos a través de la profundidad

El escenario se caracteriza por:



## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

- Incremento del nivel del río y anegamiento de márgenes inmediatas.
- Posible socavación lateral o afectación por flujos confinados.
- Interrupción temporal del tránsito en sectores críticos.

### Parámetro de evaluación empleado:

La modelación hidráulica simula el comportamiento real del agua, proporcionando datos precisos de profundidad y velocidad en cada punto del área de estudio, lo cual es más robusto técnicamente que una simple medición de distancia al cauce.

### Escenario definido:

“Inundación fluvial generada por precipitación Muy lluviosa (22.5–37.1 mm/24h) en sectores del trazo mayor tirante de agua, con riesgo de desbordes y socavación lateral”.

## 3.9. Estratificación del nivel del peligro

### 3.9.1 Estratificación del nivel del peligro por flujo de detritos

A continuación, se presenta la estratificación del nivel de peligro por flujo de detritos, la cual ha sido determinada en función de la combinación de los factores condicionantes (unidades geomorfológicas, pendiente y unidades geológicas) y del factor desencadenante, representado por la precipitación pluvial máxima en 24 horas bajo el descriptor Muy lluvioso (22.5–37.1 mm).

Esta clasificación permite identificar áreas con diferente susceptibilidad a la activación de flujos de detritos, lo que facilita la priorización de medidas de prevención y mitigación en los sectores más expuestos a la acción de quebradas activas durante eventos de lluvia.

Cuadro 32: Estratificación de Nivel de Peligro por flujo de detritos

Nivel de Peligro	Descripción		Rangos	
<b>PELIGRO MUY ALTO</b>	Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: $22.5 \text{ mm} < RR/\text{día} \leq 37.1 \text{ mm}$ que genera una velocidad de flujo $> 10 \text{ m}^3/\text{s}$ : genera cortes severos y arrastre de la plataforma.			
	Unidades geomorfológicas	Cauce de quebrada aluvial desarrollada	<b><math>0.248 \leq P \leq 0.517</math></b>	
	Pendiente	Muy alta (Pendiente $> 20^\circ$ )		
<b>PELIGRO ALTO</b>	Unidades geológicas	Depósitos morrénicos	<b><math>0.129 \leq P &lt; 0.248</math></b>	
	Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: $22.5 \text{ mm} < RR/\text{día} \leq 37.1 \text{ mm}$ que genera una velocidad de flujo $5-10 \text{ m}^3/\text{s}$ : interrumpe el tránsito y puede causar erosión lateral.			
	Unidades geomorfológicas	Cauce de quebrada aluvial incipiente y Fondos de		
<b>PELIGRO MEDIO</b>	Pendiente	Alta ( $12^\circ < \text{Pendiente} \leq 20^\circ$ )	<b><math>0.066 \leq P &lt; 0.129</math></b>	
	Unidades geológicas	Formación Gramadal		
	Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: $22.5 \text{ mm} < RR/\text{día} \leq 37.1 \text{ mm}$ que genera una velocidad de flujo $1-5 \text{ m}^3/\text{s}$ : interrumpe el tránsito con daños menores.			
<b>PELIGRO BAJO</b>	Unidades geomorfológicas	Fondos de valle aluvial, Fondos de valle aluvial con b.	<b><math>0.04 \leq P &lt; 0.066</math></b>	
	Pendiente	Moderada ( $8^\circ < \text{Pendiente} \leq 12^\circ$ )		
	Unidades geológicas	Formación Hualhuani		
Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: $22.5 \text{ mm} < RR/\text{día} \leq 37.1 \text{ mm}$ que genera una velocidad de flujo $0.1-1 \text{ m}^3/\text{s}$ : provoca interrupción breve sin daños permanentes y Escurrimiento mínimo: lámina superficial o goteo concentrado $< 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ; usualmente no corta la vía.				
	Unidades geomorfológicas	Montaña en roca volcánica, Montaña en roca volcánica-sedimentaria, Montaña en roca	<b><math>0.04 \leq P &lt; 0.066</math></b>	
	Pendiente	Baja ( $5^\circ < \text{Pendiente} \leq 8^\circ$ ) y Muy baja ( $\text{Pendiente} \geq 5^\circ$ )		
	Unidades geológicas	Formación Pichu y Formación Maure (andesítico) y Laguna		

### 3.9.2 Estratificación del nivel del peligro por inundación fluvial

La estratificación del nivel de peligro por inundación fluvial se ha determinado considerando la combinación de los factores condicionantes (unidades geomorfológicas, pendiente y unidades geológicas) y el factor desencadenante, representado por la precipitación pluvial máxima en 24 horas bajo el descriptor Muy lluvioso (22.5–37.1 mm).

El análisis incorpora además el parámetro de evaluación de proximidad al cauce del río, el cual permite diferenciar la exposición según la ubicación de la vía respecto a la franja fluvial.

Esta clasificación permite identificar sectores donde la vía presenta mayor susceptibilidad a procesos de desborde, desfiltración o afectación directa por el flujo principal del río, facilitando la priorización de medidas de prevención y mitigación en los tramos críticos.

Cuadro 33: Estratificación de Nivel de Peligro por inundación fluvial

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
PELIGRO MUY ALTO	<p><i>Inundación fluvial ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/día≤ 37.1 mm con una tirante de agua mayor a 5 m.</i></p> <p><i>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial activo</i></p> <p><i>Pendiente Muy baja (Pendiente &lt; 2°)</i></p> <p><i>Unidades geológicas Depósitos morrénicos</i></p>	<b>0.243≤P≤0.52</b>
PELIGRO ALTO	<p><i>Inundación fluvial ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/día≤ 37.1 mm con una tirante de agua de 2.5 m a 5 m.</i></p> <p><i>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial con bofedales y Laguna</i></p> <p><i>Pendiente Baja (2°&lt; Pendiente ≤ 5°)</i></p> <p><i>Unidades geológicas Formación Gramadal</i></p>	<b>0.131≤P&lt;0.243</b>
PELIGRO MEDIO	<p><i>Inundación fluvial ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/día≤ 37.1 mm con una tirante de agua de 1.5 m a 2.5 m.</i></p> <p><i>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial y Planicie estructural</i></p> <p><i>Pendiente Moderada (5°&lt; Pendiente ≤ 8°)</i></p> <p><i>Unidades geológicas Formación Hualhuani</i></p>	<b>0.067≤P&lt;0.131</b>
PELIGRO BAJO	<p><i>Inundación fluvial ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/día≤ 37.1 mm con una tirante de agua de 0.5 m a 1.5 m. y con una tirante de agua menor a 0.5 m.</i></p> <p><i>Unidades geomorfológicas Colina de piroclastos, Colina en roca volcánica, Montaña en roca sedimentaria, Montaña en roca, Alta (8°&lt; Pendiente ≤ 12°) y Muy alta (Pendiente &gt; 12°)</i></p> <p><i>Pendiente</i></p> <p><i>Unidades geológicas Formación Maure, andesítico y Formación Sencca y Formación Pichu y Laguna</i></p>	<b>0.039≤P&lt;0.067</b>

### 3.10. Niveles de peligro

Los niveles de peligro se han determinado de manera independiente para cada fenómeno evaluado, considerando los valores ponderados obtenidos en la combinación de factores condicionantes y el factor desencadenante común (precipitación muy lluviosa: 22.5–37.1 mm/24 h).

Los rangos permiten clasificar el grado de peligro desde bajo hasta muy alto, diferenciando la respuesta del territorio frente a flujo de detritos y inundación fluvial.

#### a) Niveles de peligro para flujo de detritos

La siguiente tabla muestra los rangos finales de peligro obtenidos para este fenómeno:

Cuadro 34: Niveles de peligro para flujo de detritos

NIVELES DE PELIGRO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.248	$\leq P \leq$	0.517
ALTO	0.129	$\leq P <$	0.248
MEDIO	0.066	$\leq P <$	0.129
BAJO	0.040	$\leq P <$	0.066

#### b) Niveles de peligro para inundación fluvial

En este caso, los rangos se ajustan a la respuesta del territorio frente al desborde del cauce principal y sus franjas fluviales:

Cuadro 35: Niveles de peligro para inundación fluvial

NIVELES DE PELIGRO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.243	$\leq P \leq$	0.520
ALTO	0.131	$\leq P <$	0.243
MEDIO	0.067	$\leq P <$	0.131
BAJO	0.039	$\leq P <$	0.067

### 3.11. Mapa de peligro

Los mapas de peligro elaborados para este estudio corresponden a los fenómenos de flujo de detritos e inundación fluvial, y han sido construidos íntegramente a escala 1:25 000, que es la escala de trabajo adoptada para todo el análisis territorial. Esta escala permite representar con suficiente detalle los cambios en la morfología del terreno, las variaciones en las unidades geomorfológicas, la pendiente, la geología y la ubicación de los elementos expuestos, lo que hace posible identificar con claridad los tramos donde la vía presenta una mayor o menor susceptibilidad.

Dado que el tramo evaluado es extenso y los resultados presentan variabilidad importante entre progresivas, en el cuerpo del Estudio se incluye un mapa representativo para cada peligro, únicamente para brindar una vista general del comportamiento espacial del nivel de peligro. Estos mapas permiten al lector reconocer las zonas críticas y visualizar cómo se distribuyen las categorías de peligro a lo largo de la carretera.

Sin embargo, para el análisis técnico completo se han elaborado mapas temáticos por secciones, conservando la escala 1:25 000 y detallando la estratificación final del peligro para cada fenómeno. Estos productos incluyen el trazado vial, las progresivas, la simbología correspondiente al nivel de peligro, la cartografía de base y la delimitación del ancho analizado de 800 metros. Debido a su extensión y nivel de detalle, todos los mapas completos se incorporan en los Anexos, donde pueden revisarse íntegramente.

En conjunto, estos mapas permiten validar y complementar las conclusiones del análisis, además de servir como insumo para la etapa de diseño de medidas de prevención y control del riesgo.

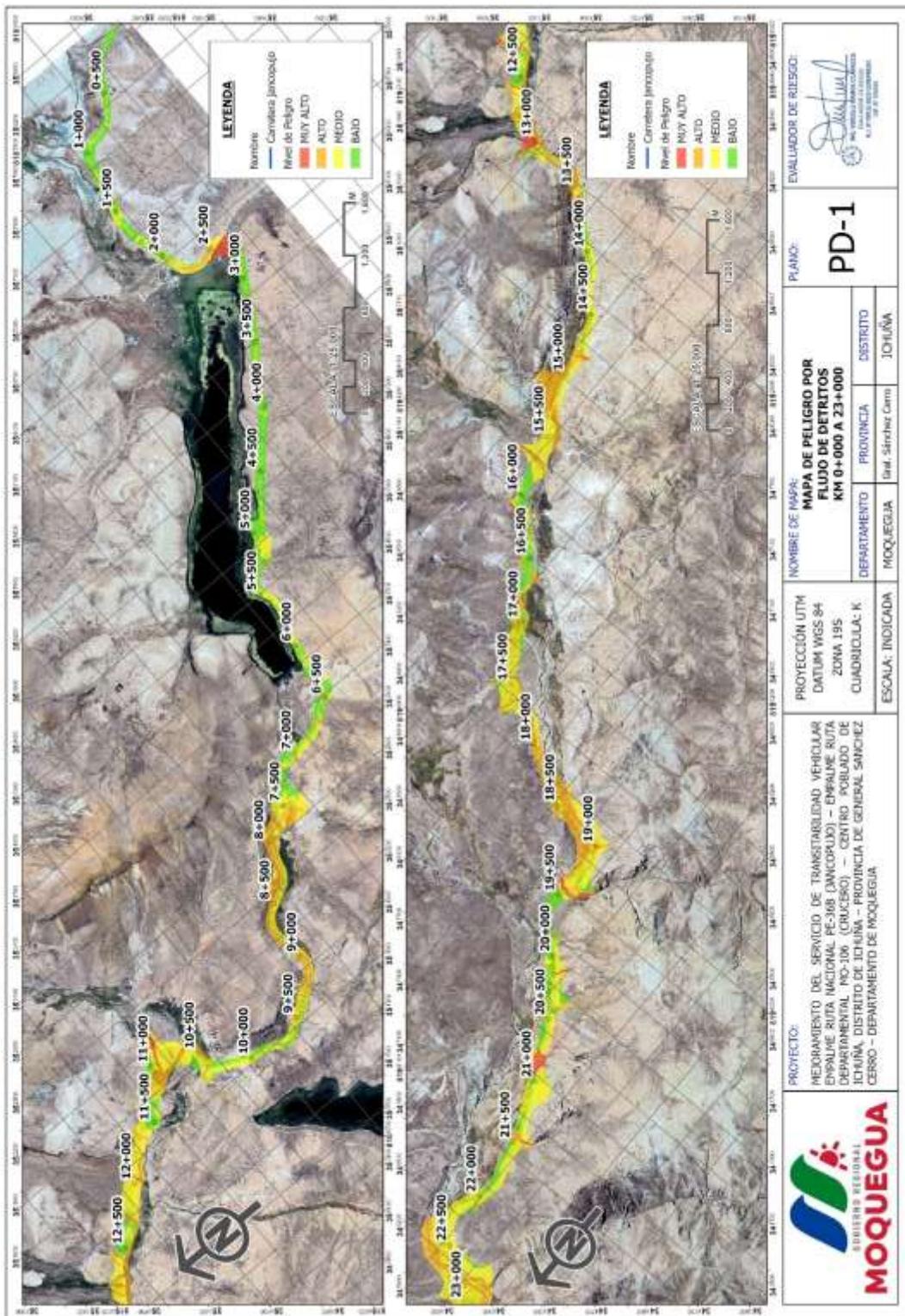


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

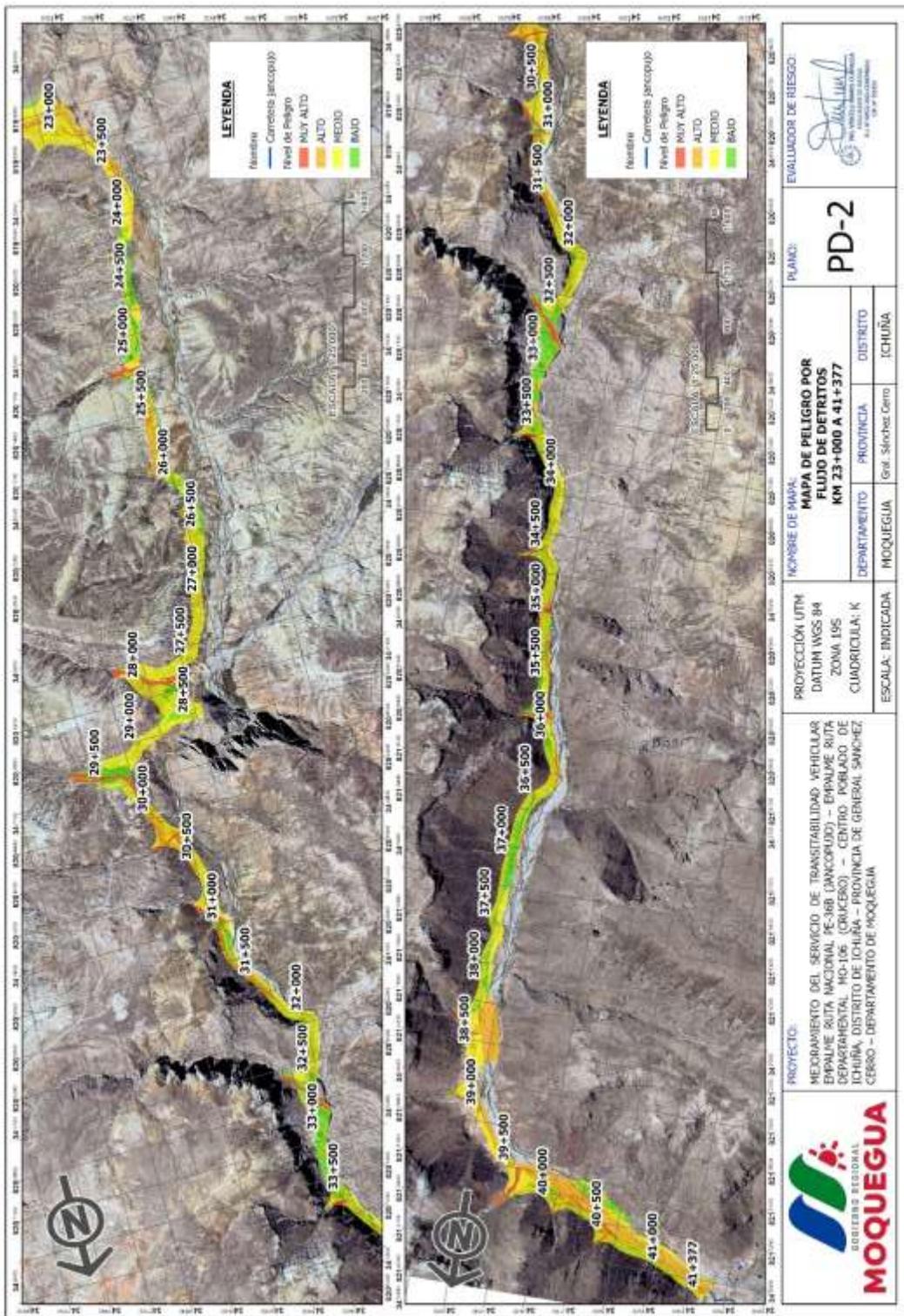
**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

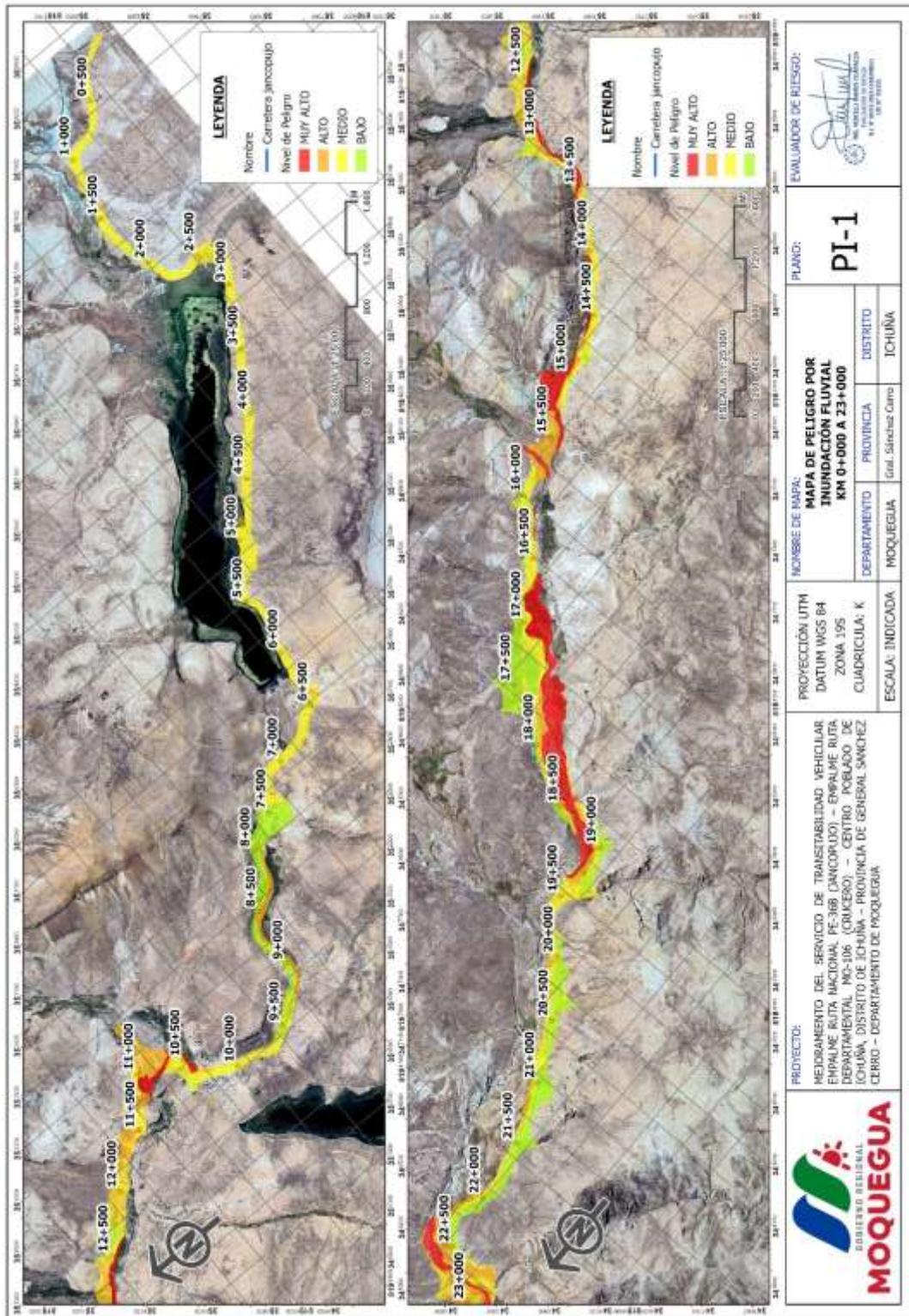
Mapa 18: Mapa de peligro por flujo de detritos KM 0+000 a 23+000



Mapa 19: Mapa de peligro por flujo de detritos KM 23+000 a 41+377



Mapa 20: Mapa de peligro por inundación fluvial KM 0+000 a 23+000



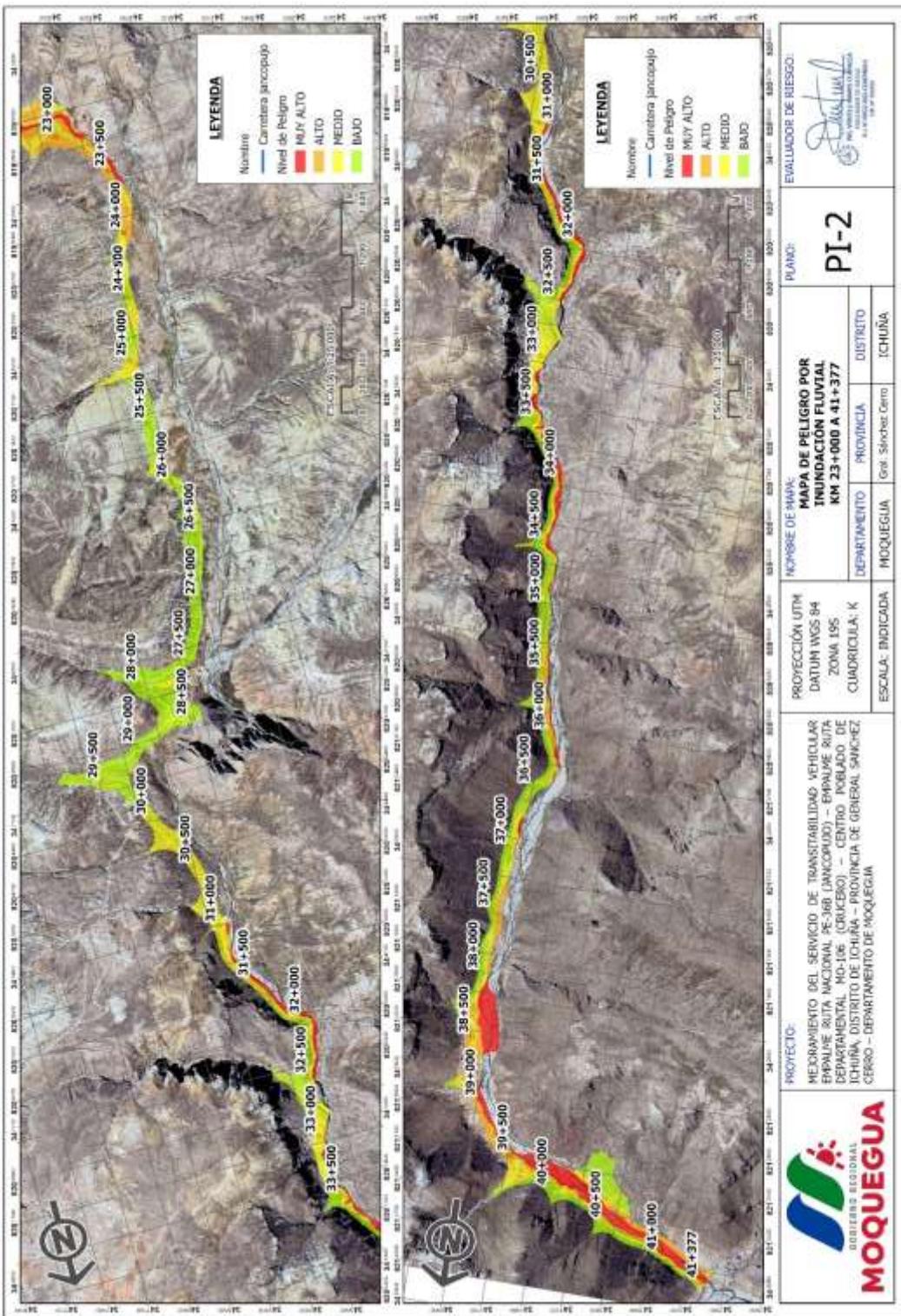


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL  
PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO  
POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO –  
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

Mapa 21: Mapa de peligro por inundación fluvial KM 23+000 a 41+377



## CAPITULO IV: ANALISIS DE VULNERABILIDAD

### 4.1. Análisis de vulnerabilidad

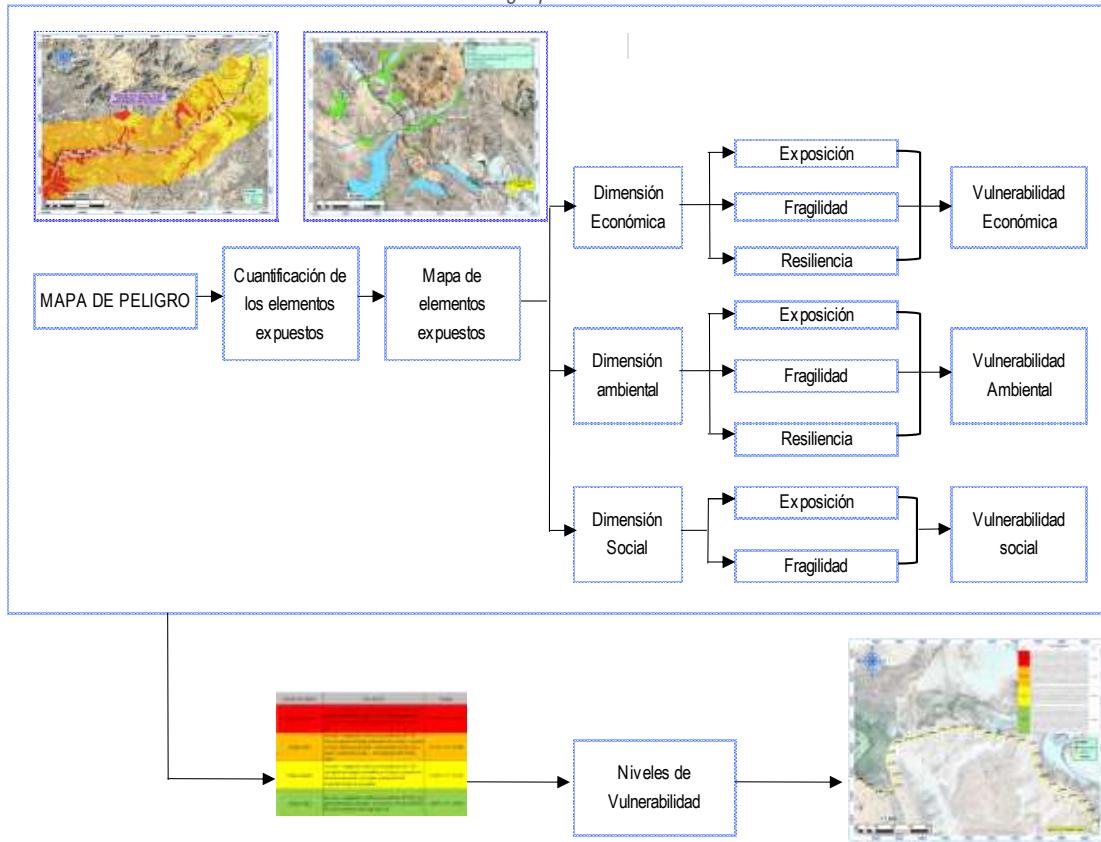
La metodología empleada para el análisis de la vulnerabilidad considera la relación entre los peligros identificados y los elementos expuestos dentro del área de intervención. El proceso parte del mapa de peligro, que permite ubicar los sectores con mayor nivel de afectación potencial, y continúa con la revisión y organización de los elementos expuestos en el ámbito del proyecto.

A partir de esta información, la vulnerabilidad se desarrolla en tres dimensiones: económica, ambiental y social.

Las dimensiones económica y ambiental se analizan mediante los componentes de exposición, fragilidad y resiliencia, mientras que la dimensión social se evalúa a partir de los componentes de exposición y fragilidad.

La integración de estos componentes permite obtener un nivel de vulnerabilidad por sector del tramo vial, el cual será utilizado posteriormente en el análisis de riesgo y en la definición de medidas de prevención y reducción.

Cuadro 36: Metodología para el análisis de vulnerabilidad



## 4.2. Vulnerabilidad en la dimensión social

### 4.2.1 Exposición social:

La exposición social se evaluó a partir de la frecuencia y regularidad con la que los usuarios utilizan la vía, considerando la intensidad del tránsito poblacional asociado a actividades cotidianas, productivas y de conectividad entre centros poblados. Este criterio permite identificar qué grupos de usuarios podrían verse más afectados ante la interrupción del tránsito.

Los rangos y ponderaciones aplicados se presentan en el cuadro siguiente.:

Cuadro 37: Exposición social - Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía

Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía	Peso. Pond.
Muy alta: Usuarios con frecuencia de viaje diaria	<b>1.000</b>
Alta: Usuarios con frecuencia de viaje semanal	<b>0.466</b>
Moderada: Usuarios con frecuencia de viaje eventual	<b>0.266</b>
Baja: Usuarios con frecuencia de uso menor al registrado en las encuestas.	<b>0.142</b>
Muy baja: Usuarios sin registro de uso en las encuestas.	<b>0.084</b>
	<b>0.041</b>

### 4.2.2 Fragilidad social:

La fragilidad social se analizó considerando la presencia de población escolar y su nivel de interacción con la vía, dado que los estudiantes representan un grupo particularmente sensible ante cualquier interrupción del tránsito o situación de riesgo. Este criterio evalúa la cercanía de los centros educativos, la frecuencia con la que los estudiantes utilizan o cruzan la carretera y el grado de exposición asociado a sus desplazamientos diarios.

Los rangos y ponderaciones utilizados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 38: Fragilidad social - Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía

Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía	Peso. Pond.
La vía pasa por un centro poblado con colegio y hay tránsito escolar frecuente	<b>1.000</b>
Tramo cercano a un colegio donde los estudiantes caminan o cruzan la vía con frecuencia	<b>0.466</b>
El colegio está en la zona, pero los estudiantes casi no usan la vía, solo la cruzan a veces	<b>0.266</b>
El colegio existe en el área, pero casi no usan la carretera; la interacción es esporádica	<b>0.142</b>
No hay colegios cuya población use la vía en su ruta diaria; casi no hay tránsito escolar	<b>0.084</b>
	<b>0.041</b>

## 4.3. Vulnerabilidad en la dimensión económica

### 4.3.1 Exposición económica:

La vulnerabilidad económica se evaluó considerando el comportamiento de la infraestructura vial frente a los peligros de flujo de detritos e inundación fluvial, ambos detonados por precipitaciones muy lluviosas. Para ello, se analizaron tres parámetros clave que influyen directamente en la probabilidad de afectación de la vía ante estos fenómenos hidrológicos:

**Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua.-** Este parámetro tiene el mayor peso dentro del análisis, ya que expresa la cercanía de la vía a fuentes hídricas activas. En el contexto de inundación fluvial y flujo de detritos, esta proximidad incrementa de manera

significativa la probabilidad de socavación, erosión lateral, arrastre de material o afectación directa de la plataforma.

**Inestabilidad del terreno adyacente a la vía.**- Es el segundo parámetro en importancia. Evalúa la cercanía de la carretera a zonas susceptibles a movimientos en masa, erosión o taludes inestables, condiciones que pueden agravar los efectos de un flujo de detritos o favorecer procesos de remoción activados por lluvias intensas.

**Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas).**- Este factor complementa el análisis considerando la posible interacción entre cuerpos de agua y el tramo vial, especialmente en situaciones donde el incremento del nivel o el escurreimiento puede generar sobrecarga hídrica, encarcamientos o aporte adicional de caudal hacia quebradas o cauces cercanos.

A continuación, se muestran los resultados del proceso del PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO:

Cuadro 39: Vulnerabilidad Económica - Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua

<b>Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua</b>	<b>Peso. Pond.</b>
<i>Exposición muy alta: en el cauce o quebrada activa:</i>	<b>0.539</b>
<i>Exposición alta: de 5 - 10 m</i>	<b>0.468</b>
<i>Exposición moderada: de 10 - 20m</i>	<b>0.268</b>
<i>Exposición baja: de 20 - 30m</i>	<b>0.144</b>
<i>Exposición muy baja: mayor a 30m</i>	<b>0.076</b>
	<b>0.044</b>

Cuadro 40: Vulnerabilidad Económica - Distancia al cauce de río, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía

<b>Inestabilidad del terreno adyacente a la vía</b>	<b>Peso. Pond.</b>
<i>La vía cruza directamente una zona activa de deslizamiento, socavación o erosión.</i>	<b>0.297</b>
<i>La vía se encuentra a menos de 10 m de una zona inestable activa o latente.</i>	<b>0.487</b>
<i>La vía se encuentra entre 10 y 30 m de la zona inestable.</i>	<b>0.272</b>
<i>La vía está entre 30 y 50 m de la zona inestable.</i>	<b>0.137</b>
<i>La vía se encuentra a más de 50 m de cualquier zona inestable.</i>	<b>0.066</b>
	<b>0.038</b>

Cuadro 41: Vulnerabilidad Económica - Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas)

<b>Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas)</b>	<b>Peso. Pond.</b>
<i>A menos de 10 m y en igual o menor cota que la laguna</i>	<b>0.503</b>
<i>Entre 10 y 30 m, y vía ligeramente bajo o al nivel del cuerpo de agua</i>	<b>0.260</b>
<i>Entre 30 y 100 m, con vía a nivel o ligeramente por encima del borde del agua</i>	<b>0.134</b>
<i>Más de 100 m, pero dentro de un cono de descarga o escurreimiento</i>	<b>0.068</b>
<i>Más de 100 m, fuera del área de influencia hidráulica directa y en cota superior</i>	<b>0.035</b>

#### 4.3.2 Fragilidad económica:

La fragilidad económica se define como la susceptibilidad de la infraestructura vial a sufrir daños estructurales o funcionales frente a la ocurrencia de un evento natural adverso. Para su evaluación se analizaron cuatro parámetros clave, seleccionados por su influencia directa en el desempeño de la vía ante procesos de flujo de detritos e inundación fluvial.

##### Ausencia o precariedad de obras de drenaje — Peso ponderado: 0.602

Este es el parámetro más influyente. La falta de cunetas, alcantarillas u otras estructuras de drenaje, o su presencia en estado precario, incrementa de manera significativa la vulnerabilidad de la vía frente a lluvias intensas. Las deficiencias en el drenaje favorecen procesos de socavación, acumulación de agua y daños acelerados del pavimento, asociándose con niveles altos de fragilidad.

##### Condición estructural y estado de conservación de la vía — Peso ponderado: 0.243

Evaluá el estado físico de la vía, desde situaciones severamente deterioradas hasta condiciones óptimas. Una vía en mal estado, colapsada o con daños extensos, presenta una fragilidad económica elevada debido a la necesidad de intervenciones frecuentes y de alto costo. En contraste, una vía en buen estado funcional o en excelente conservación presenta menor fragilidad.

##### Tipo de superficie y material de la calzada — Peso ponderado: 0.105

Considera el tipo de material y el tratamiento aplicado a la calzada. Superficies de tierra suelta o con mínima compactación muestran una fragilidad alta, ya que presentan baja capacidad estructural y alta susceptibilidad al escurrimiento superficial. En cambio, superficies estabilizadas, con grava compactada o con tratamiento superficial doble (TSD), muestran una fragilidad baja al ofrecer mayor resistencia frente a eventos climáticos.

##### Presencia de bienes culturales o arqueológicos expuestos — Peso ponderado: 0.050

Este parámetro identifica tramos donde la afectación por eventos naturales podría generar pérdidas económicas asociadas al patrimonio cultural. Sectores con bienes arqueológicos expuestos, evidencias visibles o áreas con registro cultural previo presentan mayor fragilidad, dado que cualquier daño implica costos adicionales de protección, mitigación o intervención especializada.

A continuación, se presentan los resultados del proceso de análisis jerárquico para cada parámetro evaluado

Cuadro 42: Fragilidad económica - Ausencia o precariedad de obras de drenaje

Ausencia o precariedad de obras de drenaje	Peso. Pond.
Muy Alta: Sin obras de drenaje.	<b>0.602</b>
Alta: Cunetas precarias o deterioradas, sin alcantarillas funcionales.	<b>0.473</b>
Media: Cunetas presentes pero mal mantenidas o con pasos subdimensionados.	<b>0.277</b>
Baja: Sistema básico funcional (cunetas y pasos de agua operativos).	<b>0.144</b>
Muy baja: Drenaje completo y bien mantenido.	<b>0.067</b>
	<b>0.039</b>

Cuadro 43: Fragilidad económica - Condición estructural y estado de conservación de la vía

Condición estructural y estado de conservación de la vía	Peso. Pond.
Vía severamente deteriorada o colapsada	<b>0.243</b>
Vía en mal estado, con daños extensos	<b>0.474</b>
Vía en estado regular con daños localizados	<b>0.286</b>
Vía en buen estado funcional	<b>0.136</b>
Vía en excelente estado de conservación	<b>0.069</b>
	<b>0.035</b>

Cuadro 44: Fragilidad económica - Tipo de superficie y material de la calzada

Tipo de superficie y material de la calzada	Peso. Pond.
Terracería de tierra suelta o arcillosa, sin compactación ni tratamiento.	<b>0.105</b>
Terracería con mínima compactación, suelo limoso o mezcla pobre.	<b>0.516</b>
Superficie de grava suelta sin sello, con pendiente regular y algo de compactación.	<b>0.247</b>
Superficie estabilizada con grava compactada o suelo-cemento.	<b>0.133</b>
Superficie estabilizada con grava compactada o suelo-cemento.	<b>0.065</b>
Superficie con tratamiento superficial doble (TSD), mezcla estabilizada y drenaje lateral eficiente.	<b>0.038</b>

Cuadro 45: Fragilidad económica - Presencia de bienes culturales o arqueológicos expuestos

Presencia de bienes culturales o arqueológicos expuestos	Peso. Pond.
Bien cultural o sitio arqueológico inscrito o protegido, ubicado a menos de 100 m de la vía	<b>0.050</b>
Sitio con evidencias arqueológicas visibles, sin protección formal, cercano a la vía	<b>0.457</b>
Sitio con evidencias arqueológicas visibles, sin protección formal, cercano a la vía	<b>0.249</b>
Presencia cercana de indicios culturales identificados en estudios previos	<b>0.146</b>
Área intervenida previamente, con registro o referencia cultural pero sin evidencia visible	<b>0.090</b>
No se identifican bienes culturales ni indicios arqueológicos en el área	<b>0.058</b>

#### 4.3.3 Resiliencia económica:

La resiliencia económica se evaluó considerando la capacidad operativa y financiera que posee la infraestructura vial para recuperarse frente a los daños ocasionados por eventos de flujo de detritos e inundación fluvial. Para ello se analizaron dos parámetros que representan la continuidad del mantenimiento rutinario y la autonomía presupuestal disponible para atender reparaciones y conservación de la vía.

### Frecuencia de mantenimiento vial — Peso ponderado: 0.500

Este parámetro refleja la periodicidad con la que se realizan labores de mantenimiento, lo cual influye directamente en la capacidad de la vía para responder y recuperarse ante eventos adversos. Tramos con mantenimiento poco frecuente o inexistente presentan menor resiliencia, ya que las labores de intervención suelen realizarse de forma reactiva. En contraste, los tramos atendidos de manera anual o semestral muestran mayor resiliencia, debido a que el mantenimiento preventivo reduce la degradación acumulada y facilita la recuperación posterior a un evento.

### Autonomía financiera del mantenimiento vial — Peso ponderado: 0.500

Evaluó el grado de dependencia económica que existe para financiar las actividades de mantenimiento. Sectores que requieren financiamiento externo o dependen de niveles de gobierno superiores muestran una resiliencia limitada, ya que los procesos administrativos y presupuestales suelen retrasar la atención inmediata ante daños. Por el contrario, los tramos cuya conservación puede ser asumida directamente por la Municipalidad distrital presentan una resiliencia mayor, dado que cuentan con mayor capacidad de respuesta operativa y presupuestal.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico para cada parámetro evaluado.

Cuadro 46: Resiliencia Económica - Frecuencia de mantenimiento vial

<b>Frecuencia de mantenimiento vial</b>	<b>Peso. Pond.</b>
No se hace mantenimiento vial	<b>0.429</b>
El mantenimiento vial se hace cada 3 años	<b>0.303</b>
El mantenimiento vial se hace cada 2 años	<b>0.150</b>
El mantenimiento vial se hace una vez al año	<b>0.081</b>
El mantenimiento vial se hace cada 6 meses	<b>0.036</b>

Cuadro 47: Resiliencia Económica - Autonomía financiera del Mantenimiento vial

<b>Autonomía financiera del Mantenimiento vial</b>	<b>Peso. Pond.</b>
No hay financiamiento para el mantenimiento vial	<b>0.503</b>
El mantenimiento vial necesitaría el financiamiento de gobierno regional debido a la insuficiencia de los recursos Municipales	<b>0.260</b>
El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial con apoyo del gobierno regional	<b>0.134</b>
El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial debido a la insuficiencia de los recursos distritales	<b>0.068</b>
El mantenimiento vial puede ser financiado por la Municipalidad distrital	<b>0.035</b>

#### 4.4. Vulnerabilidad en la dimensión ambiental

##### 4.4.1 Exposición Ambiental:

La exposición ambiental se evaluó considerando la cercanía del trazo vial a cauces y cuerpos de agua con potencial de incremento de caudal durante eventos de flujo de detritos e inundación fluvial. Este parámetro permite identificar los tramos donde los ecosistemas y el entorno natural presentan mayor probabilidad de verse afectados por procesos de socavación, desbordes, inundación estacional o alteración del drenaje natural.

La clasificación utilizada diferencia niveles de exposición en función de la ubicación de la carretera respecto a la faja marginal establecida por la Autoridad Nacional del Agua y a distancias proporcionales a su ancho mínimo. Tramos ubicados dentro del cauce inundable o dentro de la faja marginal mínima presentan la mayor exposición, mientras que aquellos ubicados a distancias mayores muestran un nivel de exposición progresivamente menor.

A continuación, se presentan los resultados del proceso de análisis jerárquico correspondiente a este parámetro.

Cuadro 48: Exposición Ambiental - Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua

<b>Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua</b>	<b>Peso. Pond.</b>	<b>1.000</b>
La carretera cruza el cauce o está dentro del cauce inundable.	<b>0.466</b>	
La carretera está dentro de la faja marginal mínima establecida por la ANA.	<b>0.266</b>	
La carretera está fuera de la faja marginal, pero a una distancia $\leq 2$ veces su ancho mínimo.	<b>0.142</b>	
La carretera está a una distancia entre 2 y 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal.	<b>0.084</b>	
La carretera se encuentra a más de 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal.	<b>0.041</b>	

##### 4.4.2 Fragilidad Ambiental:

La fragilidad ambiental se evaluó a partir de dos aspectos clave: la cobertura vegetal y la presencia de cuerpos de agua y humedales dentro del área de influencia del proyecto. Estos elementos permiten identificar zonas donde los ecosistemas presentan mayor sensibilidad ante procesos de flujo de detritos o inundación fluvial.

El análisis de cobertura vegetal distingue niveles de fragilidad en función del tipo de ecosistema. Las formaciones naturales de mayor valor ecológico o con funciones hidrológicas importantes, como los bofedales, muestran una fragilidad más alta, mientras que las áreas intervenidas o con escasa vegetación presentan niveles menores.

De manera complementaria, la evaluación de cuerpos de agua y humedales permite identificar sectores con fauna sensible o ecosistemas altoandinos relevantes, los cuales podrían verse afectados por alteraciones del drenaje natural o procesos erosivos. En contraste, zonas sin presencia de estos elementos muestran fragilidad baja.

A continuación, se presentan los resultados del proceso de análisis jerárquico aplicado a ambos parámetros.

Cuadro 49: Fragilidad Ambiental - Cobertura vegetal

<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Bofedal	<b>0.487</b>
Pajonal andino denso	<b>0.272</b>
Matorral arbustivo	<b>0.137</b>
Pastizal ralo / vegetación dispersa	<b>0.066</b>
Áreas artificializadas / Área altoandina con escasa y sin vegetación	<b>0.038</b>

Cuadro 50: Fragilidad Ambiental - Cuerpos de agua y humedales

<b>Cuerpos de agua y humedales</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Laguna, lago o cocha con presencia de fauna sensible (parihuanas u otras aves altoandinas).	<b>0.457</b>
Laguna, lago o humedal natural sin registro de fauna sensible relevante.	<b>0.249</b>
Humedal o cuerpo de agua parcialmente degradado, con baja diversidad ecológica.	<b>0.146</b>
Cuerpo de agua artificial o altamente alterado, con mínima relevancia ambiental.	<b>0.090</b>
Ausencia de cuerpos de agua, humedales o cochas en el área de influencia.	<b>0.058</b>

#### 4.4.3 Resiliencia Ambiental:

La resiliencia ambiental se evaluó considerando la capacidad del ecosistema para recuperarse luego de un evento adverso, en función del tipo de suelo predominante en el área de influencia. Este parámetro permite identificar qué sectores tienen una mayor o menor posibilidad de volver a su estado previo ante procesos de flujo de detritos o inundación fluvial.

Los suelos con mayor estabilidad estructural o con características físico-mecánicas más favorables muestran una resiliencia más alta, ya que tienden a recuperar más rápidamente su funcionalidad ecológica. Por el contrario, los suelos sueltos, heterogéneos o con materiales poco consolidados presentan resiliencia baja, pues son más susceptibles a la degradación, arrastre o pérdida de estructura frente a eventos hidrometeorológicos intensos.

A continuación, se presentan los resultados del análisis y los valores ponderados asignados mediante el proceso jerárquico.

Cuadro 51: Resiliencia Ambiental - Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse

<b>Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse</b>	<b>Peso. Pond.</b>
Misceláneos flujos de escombros, Lithic Cryorthents y Área urbana	<b>0.503</b>
Misceláneos afloramientos líticos, Misceláneos morrenas y Laguna	<b>0.260</b>
Misceláneas lavas volcánicas, Misceláneos tobas volcánicas y Misceláneos gravas y arenas	<b>0.134</b>
Lithic Haplocryands y Typic Cryohemists	<b>0.068</b>
Typic Haplocryands y Lithic Haplustands	<b>0.035</b>

#### 4.5. Estratificación de la vulnerabilidad

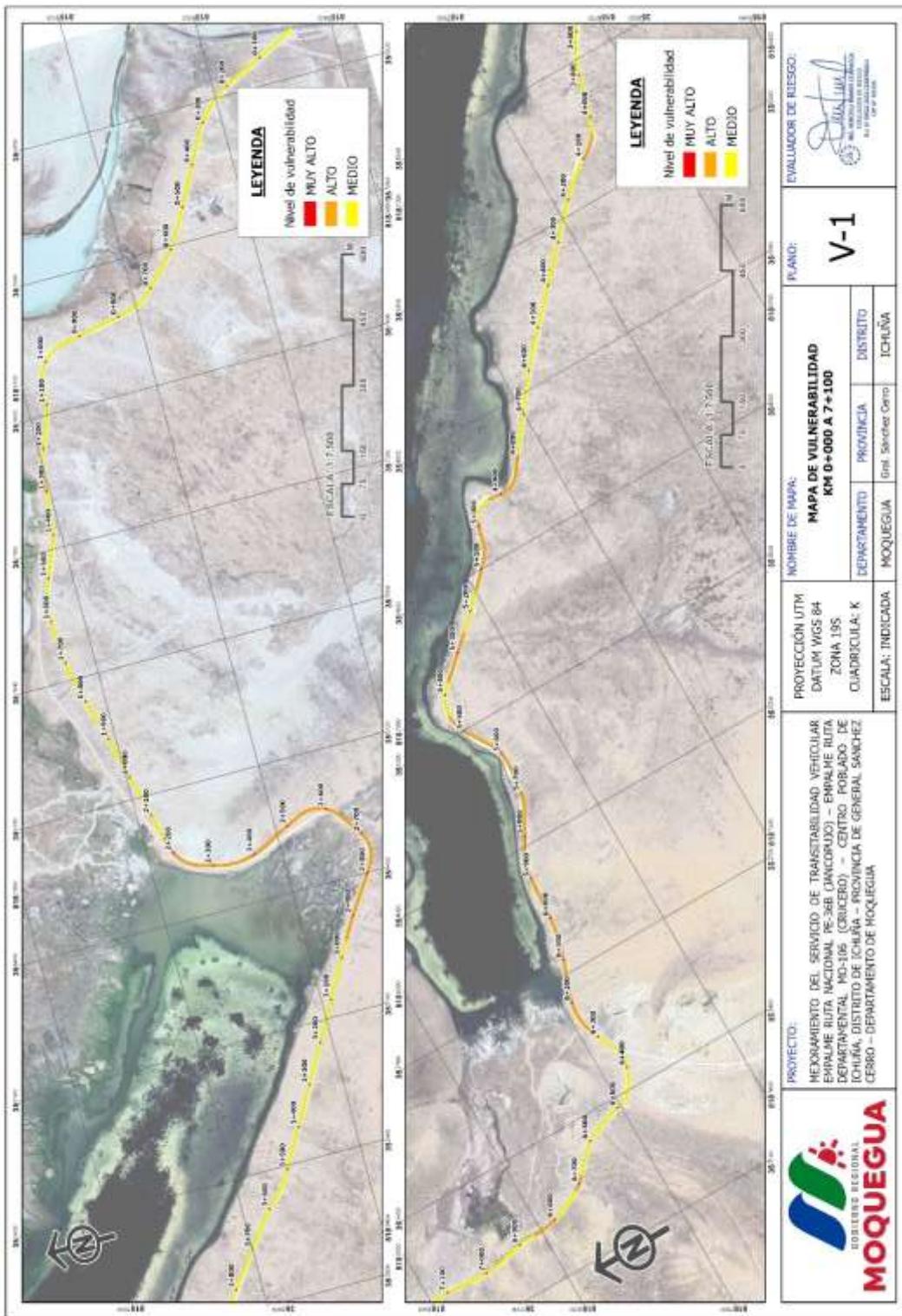
La estratificación del nivel de vulnerabilidad se obtuvo integrando los resultados de exposición, fragilidad y resiliencia en las dimensiones económica y ambiental, así como los componentes de exposición y fragilidad en la dimensión social. Con esta información se generó un índice global de vulnerabilidad (V), el cual permitió clasificar el área de estudio en cuatro rangos: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo.

Esta clasificación resume el grado de susceptibilidad del territorio frente a los peligros evaluados y sirve como base para orientar las acciones de prevención, reducción y control del riesgo.

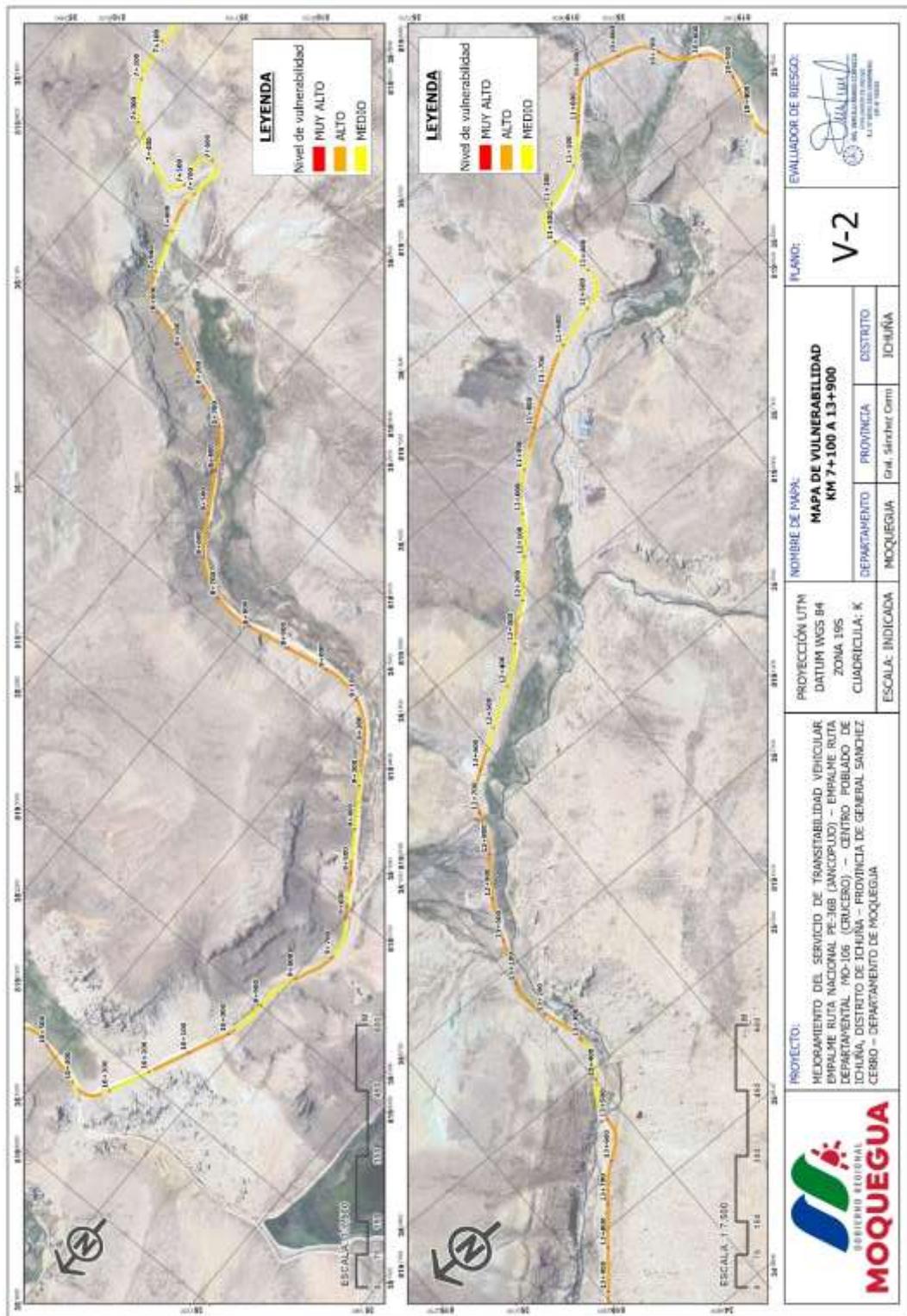
Cuadro 52: Estratificación del nivel de vulnerabilidad

MATRIZ DE VULNERABILIDAD		
Nivel de Vulnerabilidad	DESCRIPCIÓN	Rangos
VULNERABILIDAD MUY ALTO	<p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Muy alta: Usuarios con frecuencia de viaje diaria, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - La vía pasa por un centro poblado con colegio y hay tránsito escolar frecuente, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición muy alta: en el cauce o quebrada activa, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía cruza directamente una zona activa de deslizamiento, socavación o erosión, Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - A menos de 10 m y en igual o menor cota que la laguna, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Muy Alta: Sin obras de drenaje., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía severamente deteriorada o colapsada, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería de tierra suelta o arcillosa, sin compactación ni tratamiento, Frecuencia de mantenimiento vial - No se hace mantenimiento vial, Autonomía financiero del Mantenimiento vial - No hay financiamiento para el mantenimiento vial, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera cruza el cauce o está dentro del cauce inundable, Cobertura vegetal - Bajedal, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o cocha con presencia de fauna sensible (parihuanas u otras aves altoandinas), Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos flujos de escombros, Lithic Cryorthents y Area urbana".</p>	0.269≤V≤0.473
VULNERABILIDAD ALTO	<p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Alta: Usuarios con frecuencia de viaje semanal, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - Tramo cercano a un colegio donde los estudiantes caminan o cruzan la vía con frecuencia, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición alta: de 5 - 10 m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra a menos de 10 m de una zona inestable activa o latente., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 10 y 30 m, y vía ligeramente bajo o al nivel del cuerpo de agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Alta: Cunetas precarias o deterioradas, sin alcantarillas funcionales., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en mal estado, con daños extensos, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería con mínima compactación, suelo limoso o mezcla pobre., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 3 años, Autonomía financiero del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial necesitaría el financiamiento de gobierno regional debido a la insuficiencia de los recursos Municipales, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está dentro de la faja marginal mínima establecida por la ANA, Cobertura vegetal - Pajonal andino denso, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o humedal natural sin registro de fauna sensible relevante., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos afloramientos líticos, Misceláneos morrenas y Laguna".</p>	0.141≤V≤0.269
VULNERABILIDAD MEDIO	<p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Moderada: Usuarios con frecuencia de viaje eventual, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - El colegio está en la zona, pero los estudiantes casi no usan la vía; solo la cruzan a veces, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición moderada: de 10 - 20m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra entre 10 y 30 m de la zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 10 y 100 m, con vía a nivel o ligeramente por encima del borde del agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Media: Cunetas presentes pero mal mantenidas o con pasos subdimensionados., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en estado regular con daños localizados, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie de grava suelta sin sello, con pendiente regular y algo de compactación., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 2 años, Autonomía financiero del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial con apoyo del gobierno regional, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está fuera de la faja marginal, pero a una distancia ≤ 2 veces su ancho mínimo., Cobertura vegetal - Matorral arbustivo, Cuerpos de agua y humedales - Humedal o cuerpo de agua parcialmente degradado, con baja diversidad ecológica, Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneas lavas volcánicas, Misceláneos tobas volcánicas y Misceláneos gravas y arenas".</p>	0.076≤V≤0.141
VULNERABILIDAD BAJO	<p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Baja: Usuarios con frecuencia de uso menor al registrado en las encuestas, y Muy baja: Usuarios sin registro de uso en las encuestas., Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - El colegio existe en el área, pero casi no usan la carretera; la interacción es esporádica y No hay colegios cuya población use la vía en su ruta diaria; casi no hay tránsito escolar, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición baja: de 20 - 30m y Exposición muy baja: mayor a 30m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía está entre 30 y 50 m de la zona inestable, y La vía se encuentra a más de 50 m de cualquier zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Más de 100 m, pero dentro de un cono de descarga o escurremiento y Más de 100 m, fuera del área de influencia hidráulica directa y en cota superior, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Baja: Sistema básico funcional (cunetas y pasos de agua operativos). y Muy baja: Drenaje completo y bien mantenido., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en buen estado funcional y Vía en excelente estado de conservación, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie estabilizada con grava compactada o suelo-cemento, y Superficie con tratamiento superficial doble (TSD), mezcla estabilizada y drenaje lateral eficiente., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hace una vez al año y El mantenimiento vial se hace cada 6 meses, Autonomía financiero del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial debido a la insuficiencia de los recursos distritales y El mantenimiento vial puede ser financiado por la Municipalidad distrital, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está a una distancia entre 2 y 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal, y La carretera se encuentra a más de 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal., Cobertura vegetal - Pastizal ralo / vegetación dispersa y Áreas artificializadas / Área altoandina con escasa y sin vegetación, Cuerpos de agua y humedales - Cuerpo de agua artificial o altamente alterado, con mínima relevancia ambiental, y Ausencia de cuerpos de agua, humedales o cochas en el área de influencia, Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Lithic Haplolyands y Typic Cryohemists y Typic Haplolyands y Lithic Haplustands".</p>	0.04≤V≤0.076

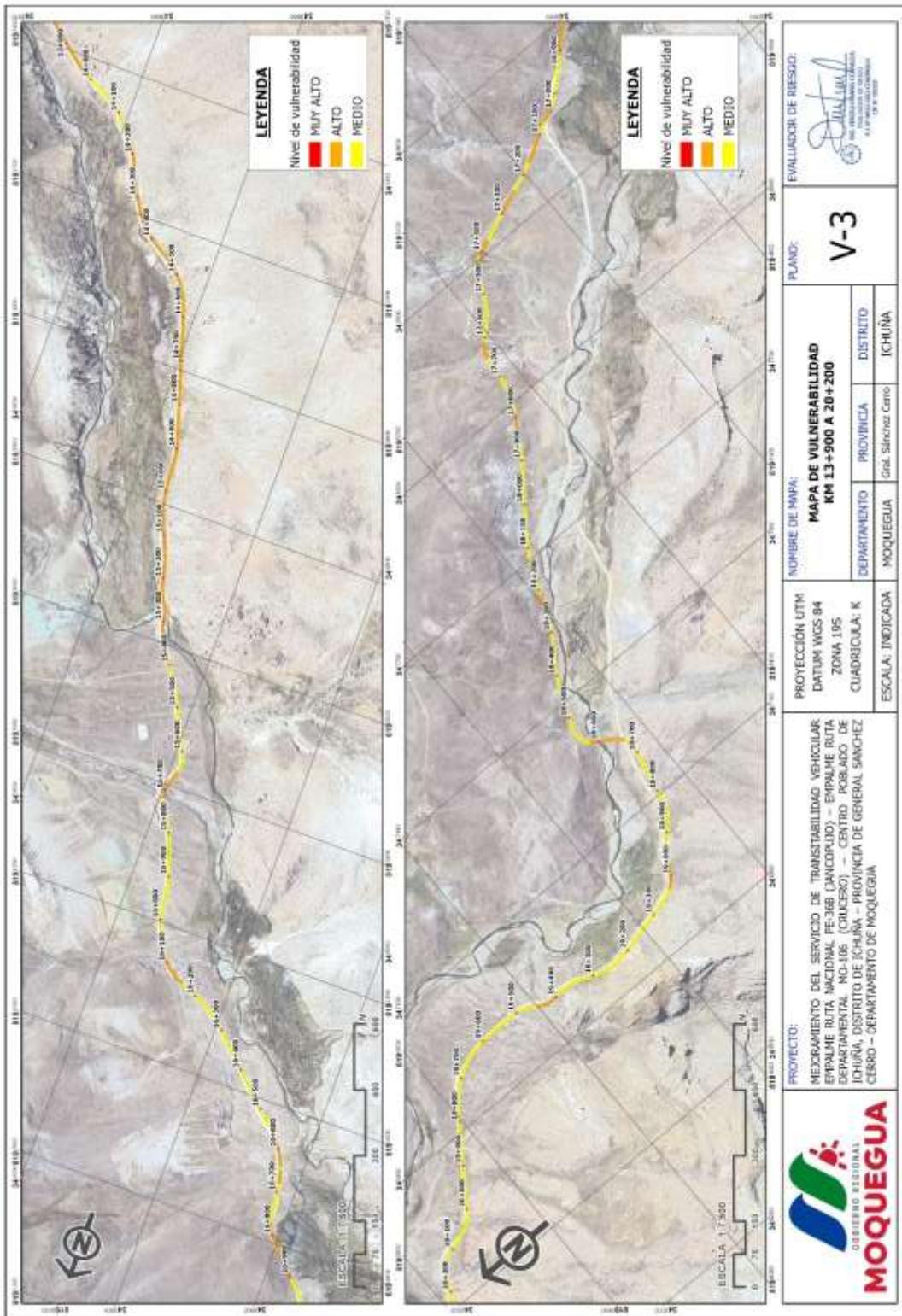
Mapa 22: Mapa de vulnerabilidad KM 0+000 a 7+100



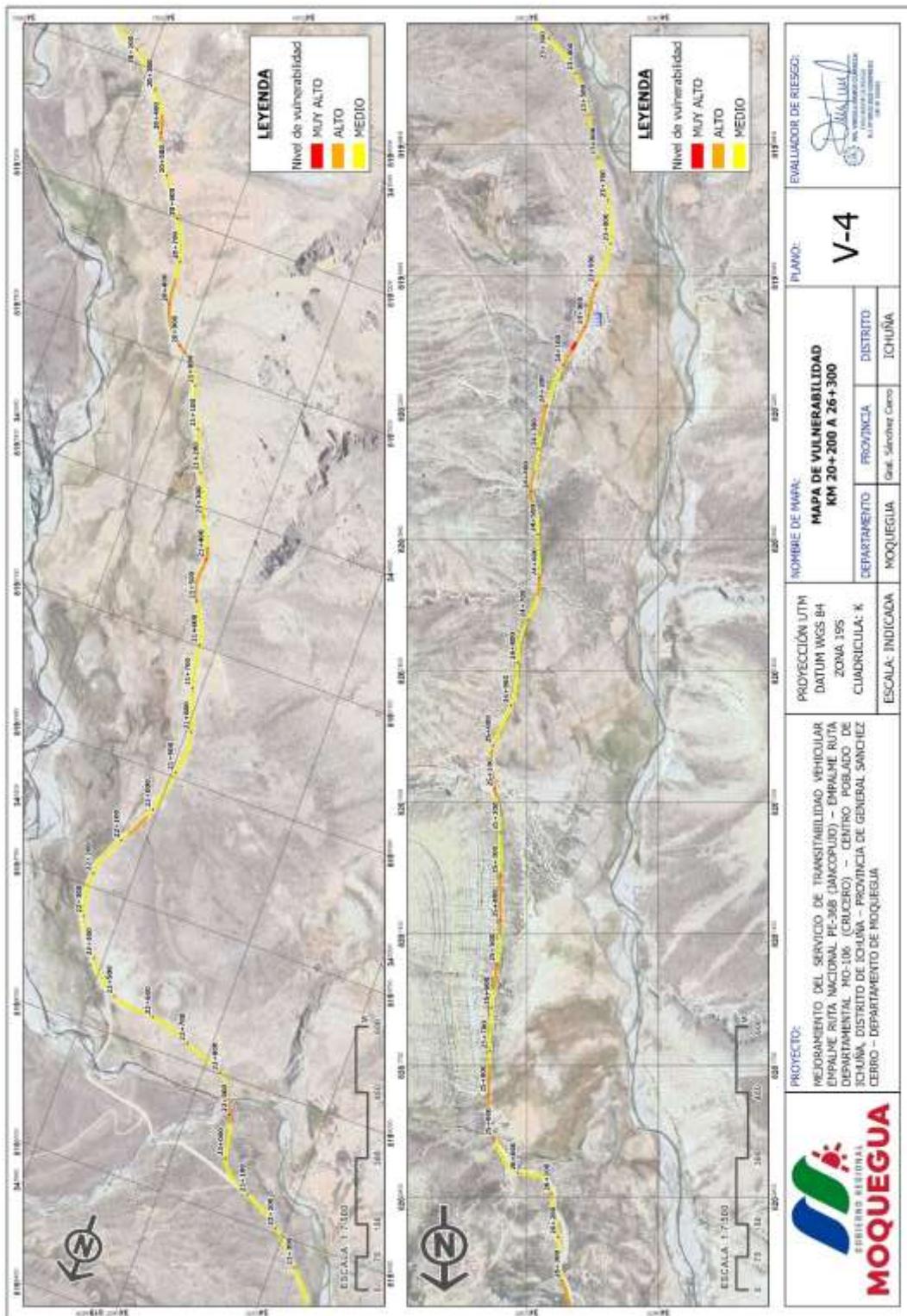
Mapa 23: Mapa de vulnerabilidad KM 7+100 a 13+900



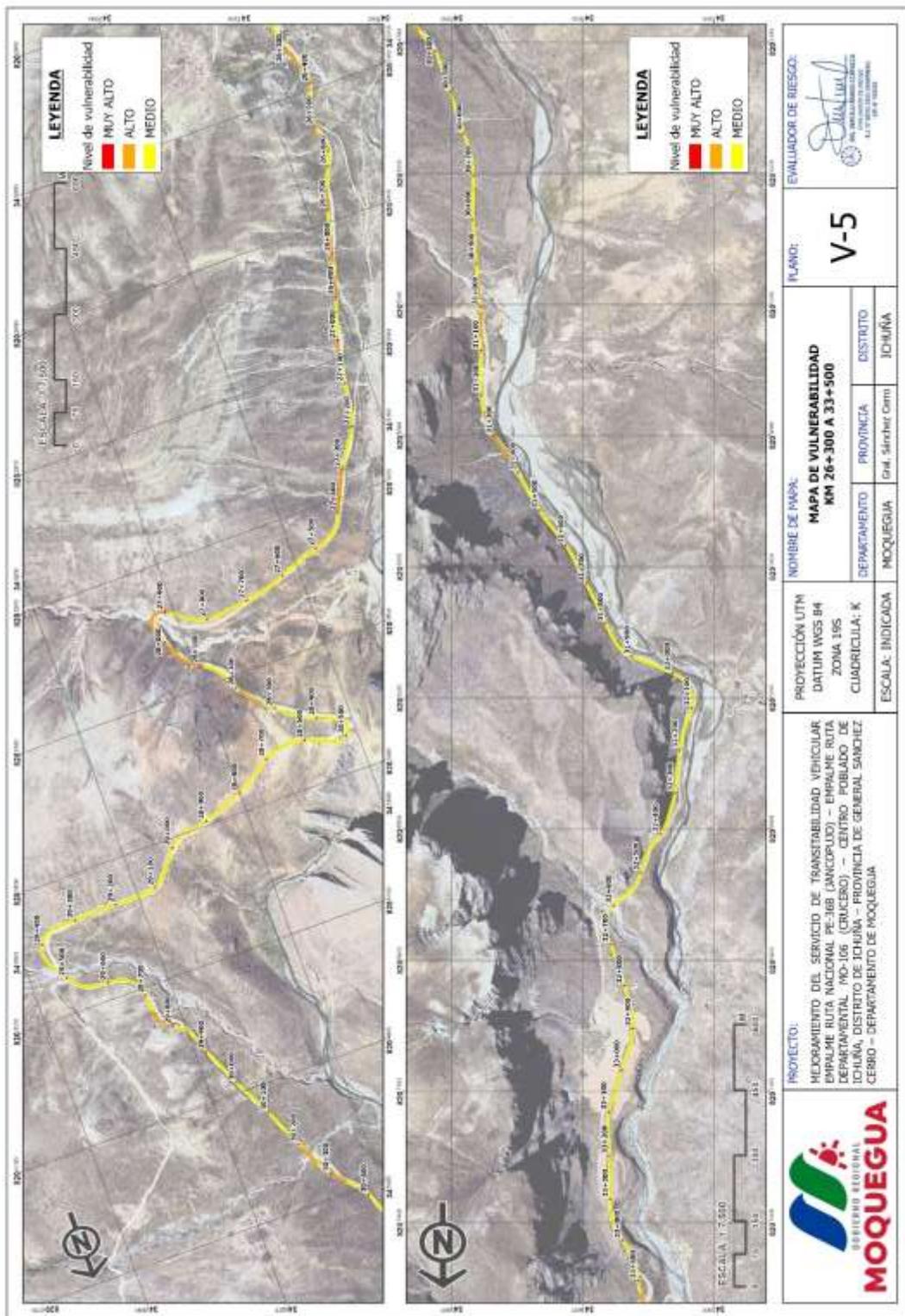
Mapa 24: Mapa de vulnerabilidad KM 13+900 a 20+200



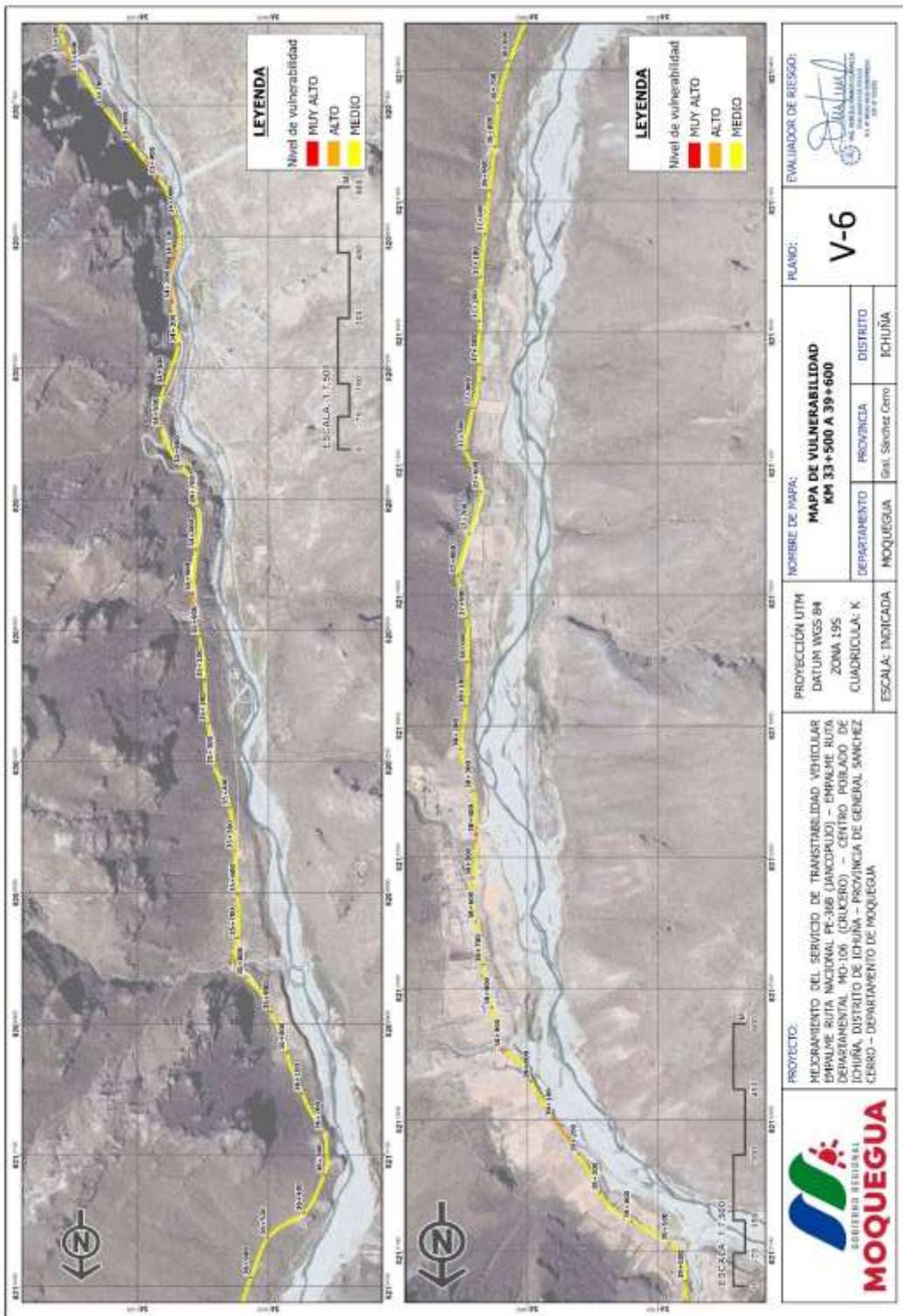
Mapa 25: Mapa de vulnerabilidad KM 20+200 a 26+300



Mapa 26: Mapa de vulnerabilidad KM 26+300 a 33+500



Mapa 27: Mapa de vulnerabilidad KM 33+500 a 39+600

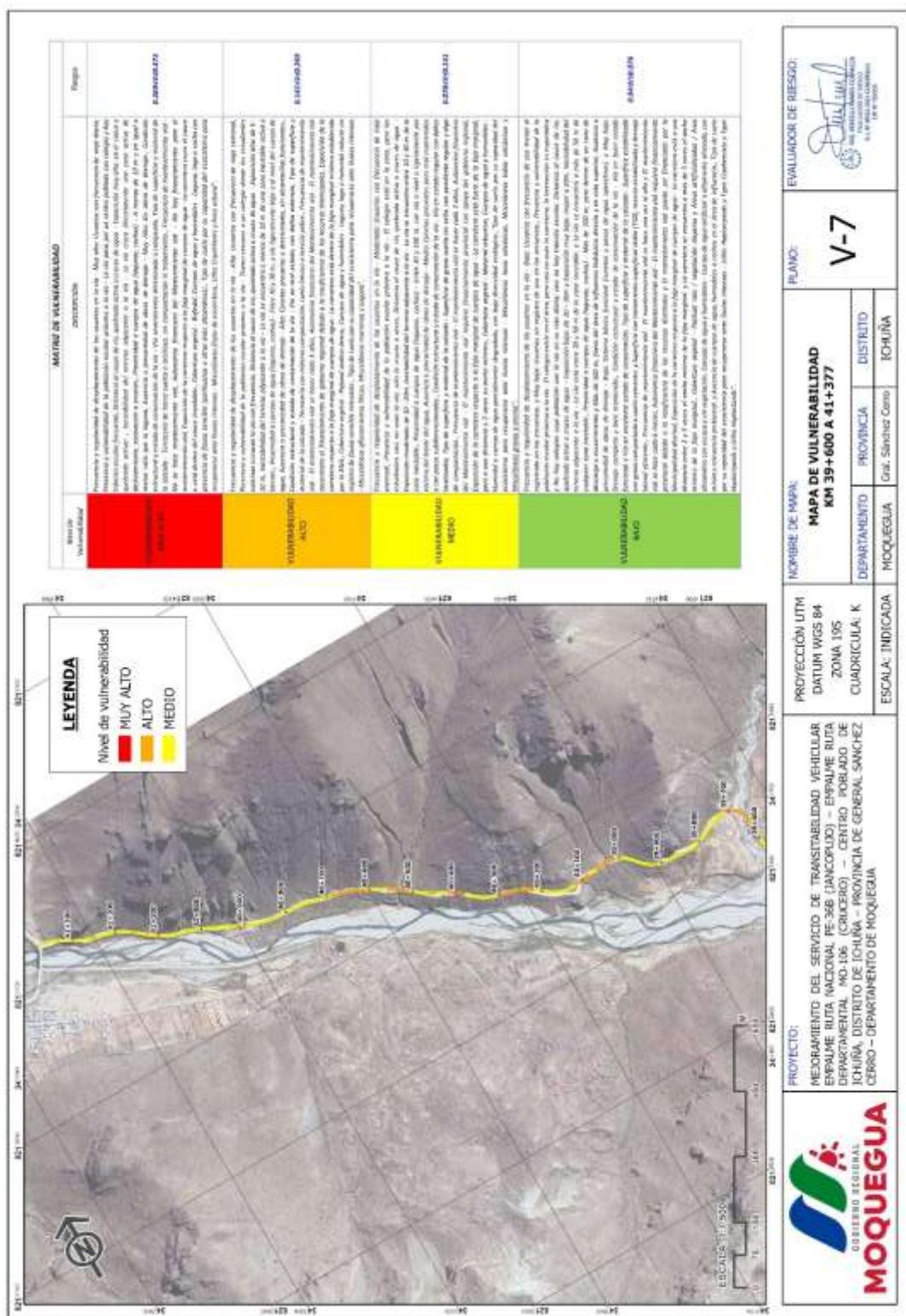




## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

Mapa 28: Mapa de vulnerabilidad KM 39+600 a 41+377



#### 4.6. Niveles de vulnerabilidad

A continuación, la imagen presenta la estratificación de la vulnerabilidad en función de un índice numérico, distribuyéndose en cuatro niveles: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Cada nivel está delimitado por rangos específicos.

Cuadro 53: Niveles de Vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD				
NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.269	≤ V ≤	0.473	
ALTO	0.141	≤ V <	0.269	
MEDIO	0.076	≤ V <	0.141	
BAJO	0.040	≤ V <	0.076	

#### 4.7. Mapa de vulnerabilidad

El Mapa de Vulnerabilidad representa espacialmente los niveles de vulnerabilidad de los distintos sectores de la carretera, como resultado de la combinación entre el nivel de peligro y la presencia de elementos expuestos, evaluados en las dimensiones económica y ambiental, bajo criterios de exposición, fragilidad y resiliencia.

Debido a la extensa longitud del tramo vial evaluado y a que el elemento vulnerable principal es la carretera, se ha optado por elaborar múltiples mapas temáticos a escala 1:7,500, los cuales permiten identificar de forma clara y precisa los tramos con distintos niveles de vulnerabilidad.

Dichos mapas no se incluyen directamente en el cuerpo del presente Estudio, pero se adjuntan como parte de los anexos para su consulta y análisis detallado. Estos mapas constituyen una herramienta fundamental para orientar la toma de decisiones y priorizar acciones de mitigación o intervención en los tramos más vulnerables.

## CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO

### 5.1. Metodología para el cálculo del riesgo

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a los fenómenos evaluados. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función  $f()$  del peligro y la vulnerabilidad.

$$R_{ie} |_t = f(P_i, V_e) |_t$$

Dónde:

R= Riesgo.

$f$ = En función

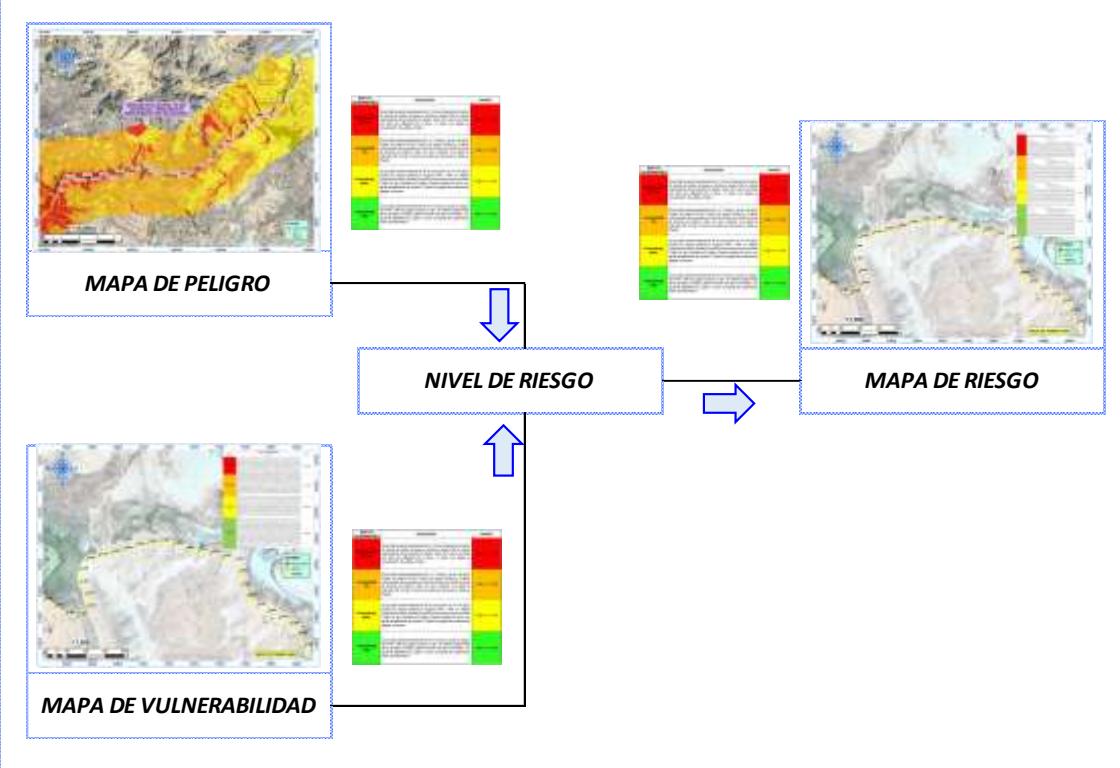
$P_i$ =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t

$V_e$ = Vulnerabilidad de un elemento expuesto.

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Cuadro 54: Metodología para estimar los niveles de riesgo



## 5.2. Niveles de riesgo

Los niveles de riesgo se determinan a partir de la combinación entre el nivel de peligro y la vulnerabilidad obtenida en cada tramo evaluado. Dado que en este estudio se analizaron dos peligros distintos, se elaboró una estratificación independiente para cada uno, conservando la misma metodología pero con resultados específicos según el comportamiento de cada fenómeno.

A continuación, se muestran los niveles de riesgo obtenidos para:

Cuadro 55: Niveles de Riesgo por flujo de detritos

NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.067	$\leq R \leq$	0.245
ALTO	0.018	$\leq R <$	0.067
MEDIO	0.005	$\leq R <$	0.018
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.005

Cuadro 56: Niveles de Riesgo por inundación fluvial

NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.065	$\leq R \leq$	0.246
ALTO	0.019	$\leq R <$	0.065
MEDIO	0.005	$\leq R <$	0.019
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.005

### 5.3. Estratificación del nivel de riesgo

Cuadro 57: Estratificación del nivel de riesgo para flujo de detritos

MATRIZ DE RIESGO		
Nivel de Riesgo	DESCRIPCIÓN	Rangos
RIESGO MUY ALTO	<p>Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm que genera una velocidad de flujo &gt;10 m³/s: genera cortes severos y arrastre de la plataforma.</p> <p>Unidades geomorfológicas Cauce de quebrada aluvial desarrollada</p> <p>Pendiente Muy alta (Pendiente &gt; 20°)</p> <p>Unidades geológicas Depósitos morrénicos</p> <p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Muy alta: Usuarios con frecuencia de viaje diario, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - La vía pasa por un centro poblado con colegio y hay tránsito escolar frecuente, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición muy alta: en el cauce o quebrada activa: , inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía cruza directamente una zona activa de deslizamiento, socavación o erosión., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - A menos de 10 m y en igual o menor cota que la laguna, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Muy Alta: Sin obras de drenaje., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía severamente deteriorada o colapsada, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería de tierra suelta o arcilloso, sin compactación ni tratamiento., Frecuencia de mantenimiento vial - No se hace mantenimiento vial, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - No hay financiamiento para el mantenimiento vial, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera cruza el cauce o está dentro del cauce inundable., Cobertura vegetal - Bofedal, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o cocha con presencia de fauna sensible (parihuanas u otras aves altoandinas), Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos flujos de escambrones, Lithic Cryorthents y Área urbana".</p> <p>Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm que genera una velocidad de flujo 5–10 m³/s: interrumpe el tránsito y puede causar erosión lateral.</p> <p>Unidades geomorfológicas Cauce de quebrada aluvial incipiente y Fondos de valle aluvial activo</p> <p>Pendiente Alta (12°&lt; Pendiente ≤ 20°)</p> <p>Unidades geológicas Formación Gramadal</p> <p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Alta: Usuarios con frecuencia de viaje semanal, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - Tramo cercano a un colegio donde los estudiantes caminan o cruzan la vía con frecuencia, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición alta: de 5 - 10 m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra a menos de 10 m de una zona inestable activa o latente., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 10 y 30 m, y vía ligeramente bajo o al nivel del cuerpo de agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Alta: Cunetas precarias o deterioradas, sin alcantarillas funcionales., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en mal estado, con daños extensos, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería con mínima compactación, suelo liso o mezcla pobre., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 3 años, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial necesitaría el financiamiento de gobierno regional debido a la insuficiencia de los recursos Municipales, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está dentro de la faja marginal mínima establecida por la ANA, Cobertura vegetal - Pajonal andino denso, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o humedal natural sin registro de fauna sensible relevante., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos aforamientos litícos, Misceláneos morenas y Laguna".</p>	0.067≤R≤0.245
RIESGO ALTO	<p>Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm que genera una velocidad de flujo 5–10 m³/s: interrumpe el tránsito y puede causar erosión lateral.</p> <p>Unidades geomorfológicas Cauce de quebrada aluvial incipiente y Fondos de valle aluvial activo</p> <p>Pendiente Alta (12°&lt; Pendiente ≤ 20°)</p> <p>Unidades geológicas Formación Gramadal</p> <p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Alta: Usuarios con frecuencia de viaje semanal, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - Tramo cercano a un colegio donde los estudiantes caminan o cruzan la vía con frecuencia, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición alta: de 5 - 10 m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra a menos de 10 m de una zona inestable activa o latente., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 10 y 30 m, y vía ligeramente bajo o al nivel del cuerpo de agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Alta: Cunetas precarias o deterioradas, sin alcantarillas funcionales., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en mal estado, con daños extensos, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería con mínima compactación, suelo liso o mezcla pobre., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 3 años, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial necesitaría el financiamiento de gobierno regional debido a la insuficiencia de los recursos Municipales, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está dentro de la faja marginal mínima establecida por la ANA, Cobertura vegetal - Pajonal andino denso, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o humedal natural sin registro de fauna sensible relevante., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos aforamientos litícos, Misceláneos morenas y Laguna".</p>	0.018≤R≤0.067
RIESGO MEDIO	<p>Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm que genera una velocidad de flujo 1–5 m³/s: interrumpe el tránsito con daños menores.</p> <p>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial, Fondos de valle aluvial con bofedales y Ladera de montaña con material morrénico</p> <p>Pendiente Moderada (8°≤ Pendiente ≤ 12°)</p> <p>Unidades geológicas Formación Hualhuani</p> <p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Moderada: Usuarios con frecuencia de viaje eventual, Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - El colegio está en la zona, pero los estudiantes casi no usan la vía; solo la cruzan a veces, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición moderada: de 10 - 20m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra entre 10 y 30 m de la zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 30 y 100 m, con vía a nivel o ligeramente por encima del borde del agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Media: Cunetas presentes pero mal mantenidas o con pasos subdimensionados., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en estado regular con daños localizados, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie de grava suelta sin sello, con pendiente regular y algo de compactación., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 2 años, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial con apoyo del gobierno regional, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está fuera de la faja marginal, pero a una distancia ≤ 2 veces su ancho mínimo., Cobertura vegetal - Matorral arbustivo, Cuerpos de agua y humedales - Humedal o cuerpo de agua parcialmente degradado, con baja diversidad ecológica., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneas lavas volcánicas, Misceláneos tobas volcánicas y Misceláneos gravas y arenas".</p>	0.005≤R≤0.018
RIESGO BAJO	<p>Flujo de detritos ocasionado por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm que genera una velocidad de flujo 0.1–1 m³/s: provoca interrupción breve sin daños permanentes y Escurrimiento mínimo: lámina superficial o goteo concentrado &lt; 0.1 m³/s; usualmente no corta la vía.</p> <p>Unidades geomorfológicas Montaña en roca volcánica, Montaña en roca volcánica-sedimentaria, Montaña en roca sedimentaria, Montaña</p> <p>Pendiente Baja (5°≤ Pendiente ≤ 8°) y Muy baja (Pendiente ≥ 5°)</p> <p>Unidades geológicas Formación Pichu y Formación Maure (andésítico) y Laguna</p> <p>Frecuencia y regularidad de desplazamiento de los usuarios en la vía - Baja: Usuarios con frecuencia de uso menor al registrado en las encuestas, y Muy baja: Usuarios sin registro de uso en las encuestas., Presencia y vulnerabilidad de la población escolar próxima a la vía - El colegio existe en el área, pero casi no usan la carretera; la interacción es esporádica y No hay colegios cuya población use la vía en ruta diaria; casi no hay tránsito escolar, Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición baja: de 20 - 30m y Exposición muy baja: mayor a 30m, Inestabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía está entre 30 y 50 m de la zona inestable, y La vía se encuentra a más de 50 m de cualquier zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Más de 100 m, pero dentro de un cono de descarga o escurrimiento y Más de 100 m, fuera del área de influencia hidráulica directa y en cota superior, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Baja: Sistema básico funcional (cunetas y pasos de agua operativos), y Muy baja: Drenaje completo y bien mantenido., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en buen estado funcional y Vía en excelente estado de conservación, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie estabilizada con grava compactada o suelo-cemento, y Superficie con tratamiento superficial doble (TSD), mezcla estabilizada y drenaje lateral eficiente., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hace una vez al año y El mantenimiento vial se hace cada 6 meses, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial debido a la insuficiencia de los recursos distritales y El mantenimiento vial puede ser financiado por la Municipalidad distrital, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está a una distancia entre 2 y 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal, y La carretera se encuentra a más de 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal, Cobertura vegetal - Pastizal ralo / vegetación dispersa y Áreas artificializadas / Área altoandina con escasa y sin vegetación, Cuerpos de agua y humedales - Cuerpo de agua artificial o altamente alterado, con mínima relevancia ambiental, y Ausencia de cuerpos de agua, humedales o cochas en el área de influencia., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Lithic Haplacryands y Typic Cryohemists y Typic Haplacryands y Lithic Haplustands".</p>	0.002≤R≤0.005

Cuadro 58: Estratificación del nivel de riesgo para inundación fluvial

MATRIZ DE RIESGO

Nivel de Riesgo	DESCRIPCIÓN	Rangos
<b>RIESGO MUY ALTO</b>	<p>Inundación fluvial ocasionada por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm con una tirante de agua mayor a 5 m.</p> <p>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial activo Pendiente Muy baja (Pendiente &lt; 2°) Unidades geológicas Depósitos morrénicos Exposición social asociada al uso y dependencia de la vía urbana - Área con uso peatonal y vehicular muy intenso, alta actividad comercial, fuerte dependencia social y percepción elevada de riesgo., Dependencia económica y condiciones sociales de la población usuaria de la vía urbana - Población con alta dependencia económica del tránsito, uso productivo de la vivienda y fuerte impacto ante la interrupción vial., Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición muy alta: en el cauce o quebrada activa; Instabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía cruza directamente una zona activa de deslizamiento, socavación o erosión., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - A menos de 10 m y en igual o menor cota que la laguna, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Muy Alta: Sin obras de drenaje., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía severamente deteriorada o colapsada, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería de tierra suelta o arcilloso, sin compactación ni tratamiento., Frecuencia de mantenimiento vial - No se hace mantenimiento vial, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - No hay financiamiento para el mantenimiento vial, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera cruza el cauce o está dentro del cauce inundable., Cobertura vegetal - Bofedal, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o cocha con presencia de fauna sensible (paríJuanas u otras aves altoandinas),, Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Laguna, lago o cocha con presencia de fauna sensible (paríJuanas u otras aves altoandinas),, Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse -</p>	<b>0.065≤R≤0.246</b>
<b>RIESGO ALTO</b>	<p>Inundación fluvial ocasionada por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm con una tirante de agua de 2.5 m a 5 m.</p> <p>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial con bofedales y Laguna Pendiente Baja (2°&lt; Pendiente ≤ 5°) Unidades geológicas Formación Gramadal Exposición social asociada al uso y dependencia de la vía urbana - Área con flujo elevado, actividad comercial moderada y dependencia social importante., Dependencia económica y condiciones sociales de la población usuaria de la vía urbana - Dependencia significativa del tránsito para trabajo, comercio y servicios; afectación económica notable ante fallas viales., Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición alta: de 5 - 10 m, Instabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra a menos de 10 m de una zona inestable activa o latente., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 10 y 30 m, y vía ligeramente baja o al nivel del cuerpo de agua, Ausencia o precariedad de cuetas o deterioradas, sin alcantarillas funcionales., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en mal estado, con daños extensos, Tipo de superficie y material de la calzada - Terracería con mínima compactación, suelo limoso o mezcla pobre., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 3 años, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial necesitará el financiamiento de gobierno regional debido a la insuficiencia de los recursos Municipales, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está dentro de la faja marginal mínima establecida por la ANA., Cobertura vegetal - Pajonal andino denso, Cuerpos de agua y humedales - Laguna, lago o humedal natural sin registro de fauna sensible relevante., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos aforamientos liticos, Misceláneos morrenas y Laguna".</p>	<b>0.019≤R≤0.065</b>
<b>RIESGO MEDIO</b>	<p>Inundación fluvial ocasionada por intensidad de Precipitación Muy lluvioso: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm con una tirante de agua de 1.5 m a 2.5 m.</p> <p>Unidades geomorfológicas Fondos de valle aluvial y Planicie estructural Pendiente Moderada (5°≤ Pendiente ≤ 8°) Unidades geológicas Formación Huallhua Exposición social asociada al uso y dependencia de la vía urbana - Área con tránsito estable, uso intermedio y rutas alternativas disponibles, Dependencia económica y condiciones sociales de la población usuaria de la vía urbana - Dependencia intermedia del tránsito; impacto económico y social manejable ante interrupciones., Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición moderada: de 10 - 20m, Instabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía se encuentra entre 10 y 30 m de la zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Entre 30 y 100 m, con vía a nivel o ligeramente por encima del borde del agua, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Media: Cuetas presentes pero mal mantenidas o con pasos subdimensionados., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en estado regular con daños localizados, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie de grava suelta sin sello, con pendiente regular y algo de compactación., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hacer cada 2 años, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial con apoyo del gobierno regional, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está fuera de la faja marginal, pero a una distancia ≤ 2 veces su ancho mínimo., Cobertura vegetal - Matorral arbustivo, Cuerpos de agua y humedales - Humedal o cuerpo de agua parcialmente degradado, con baja diversidad ecológica., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Misceláneos lavas volcánicas, Misceláneos tobos volcánicos y Misceláneos gravas y arenas".</p>	<b>0.005≤R≤0.019</b>
<b>RIESGO BAJO</b>	<p>Inundación fluvial ocasionada por intensidad de Precipitación Muy lluviosa: 22.5 mm&lt;RR/días 37.1 mm con una tirante de agua de 0.5 m a 1.5 m. y con una tirante de agua menor a 0.5 m.</p> <p>Unidades geomorfológicas Colina de piroclastos, Colina en roca volcánica, Montaña en roca sedimentaria, Montaña en roca, sedimentaria- Pendiente Alta (8°&lt; Pendiente ≤ 12°) y Muy alta (Pendiente &gt; 12°) Unidades geológicas Formación Maure, andesítico y Formación Seneca y Formación Pichu y Laguna Exposición social asociada al uso y dependencia de la vía urbana - Área con bajo flujo y baja dependencia social de la vía y Área con uso mínimo, sin dependencia significativa ni percepción de riesgo, Dependencia económica y condiciones sociales de la población usuaria de la vía urbana - Baja dependencia económica; la interrupción vial genera efectos limitados en actividades sociales o laborales, y Población con mínima dependencia del tránsito; afectación social o económica casi nula., Distancia al cauce de río, quebrada activa o cruces de agua - Exposición baja: de 20 - 30m y Exposición muy baja: mayor a 30m, Instabilidad del terreno adyacente a la vía - La vía está entre 30 y 50 m de la zona inestable., La vía se encuentra a más de 50 m de cualquier zona inestable., Proximidad a cuerpos de agua (lagunas, cochas) - Más de 100 m, pero dentro de un cono de descarga o escurremiento y Más de 100 m, fuera del área de influencia hidráulica directa y en cota superior, Ausencia o precariedad de obras de drenaje - Baja: Sistema básico funcional (cunetas y pasos de agua operativos), y Muy baja: Drenaje completo y bien mantenido., Condición estructural y estado de conservación de la vía - Vía en buen estado funcional y Vía en excelente estado de conservación, Tipo de superficie y material de la calzada - Superficie estabilizada con grava compactado a suelo-cemento, y Superficie con tratamiento superficial doble (TSD), mezcla estabilizada y drenaje lateral eficiente., Frecuencia de mantenimiento vial - El mantenimiento vial se hace una vez al año y El mantenimiento vial se hace cada 6 meses, Autonomía financiera del Mantenimiento vial - El mantenimiento vial requiere financiamiento provincial debido a la insuficiencia de los recursos distritales y El mantenimiento vial puede ser financiado por la Municipalidad distrital, Exposición de la carretera respecto a la faja marginal de cuerpos de agua - La carretera está a una distancia entre 2 y 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal, y La carretera se encuentra a más de 5 veces el ancho mínimo de la faja marginal., Cobertura vegetal - Pastizal ralo / vegetación dispersa y Áreas artificializadas / Área altoandina con escasa y sin vegetación, Cuerpos de agua y humedales - Cuerpo de agua artificial o altamente alterado, con mínima relevancia ambiental, y Ausencia de cuerpos de agua, humedales o cochas en el área de influencia., Tipo de suelo por su capacidad del ecosistema para recuperarse - Lithic Haplolyands y Typic Cryohemists y Typic Haplolyands y Lithic Haplustands".</p>	<b>0.002≤R≤0.005</b>

## 5.4. Mapa de riesgos

Debido a la longitud del tramo evaluado y al carácter lineal del elemento vulnerable, se elaboraron mapas de riesgo por secciones a escala 1:7 500. Esta escala permite representar con claridad la variación espacial del riesgo asociado a flujo de detritos y a inundación fluvial a lo largo del trazado, facilitando su interpretación y el análisis técnico.

Dado que el número de planos es extenso, estos no se incluyen directamente en el cuerpo del Estudio. Todos los mapas completos se integran en los Anexos, donde pueden revisarse de manera detallada y por sectores del tramo vial..

## 5.5. Matriz de riesgos

La estimación del riesgo se realizó aplicando el método indicado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, que establece la obtención del valor R mediante la relación  $R = P \times V$ . Este procedimiento permite integrar el nivel de peligro con el nivel de vulnerabilidad y obtener un valor único de riesgo para cada tramo evaluado.

Para ambos peligros analizados, flujo de detritos e inundación fluvial, se emplearon los mismos rangos de clasificación definidos por el método oficial, que diferencian cuatro categorías: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Estas categorías permiten interpretar de forma consistente los resultados y priorizar las medidas de intervención en los sectores con mayor riesgo.

A continuación, se presentan las matrices de riesgo obtenidas para:

- Flujo de detritos
- Inundación fluvial

Estas matrices muestran la combinación entre los niveles de peligro (P) y los niveles de vulnerabilidad (V), junto con los valores resultantes de riesgo para cada caso.

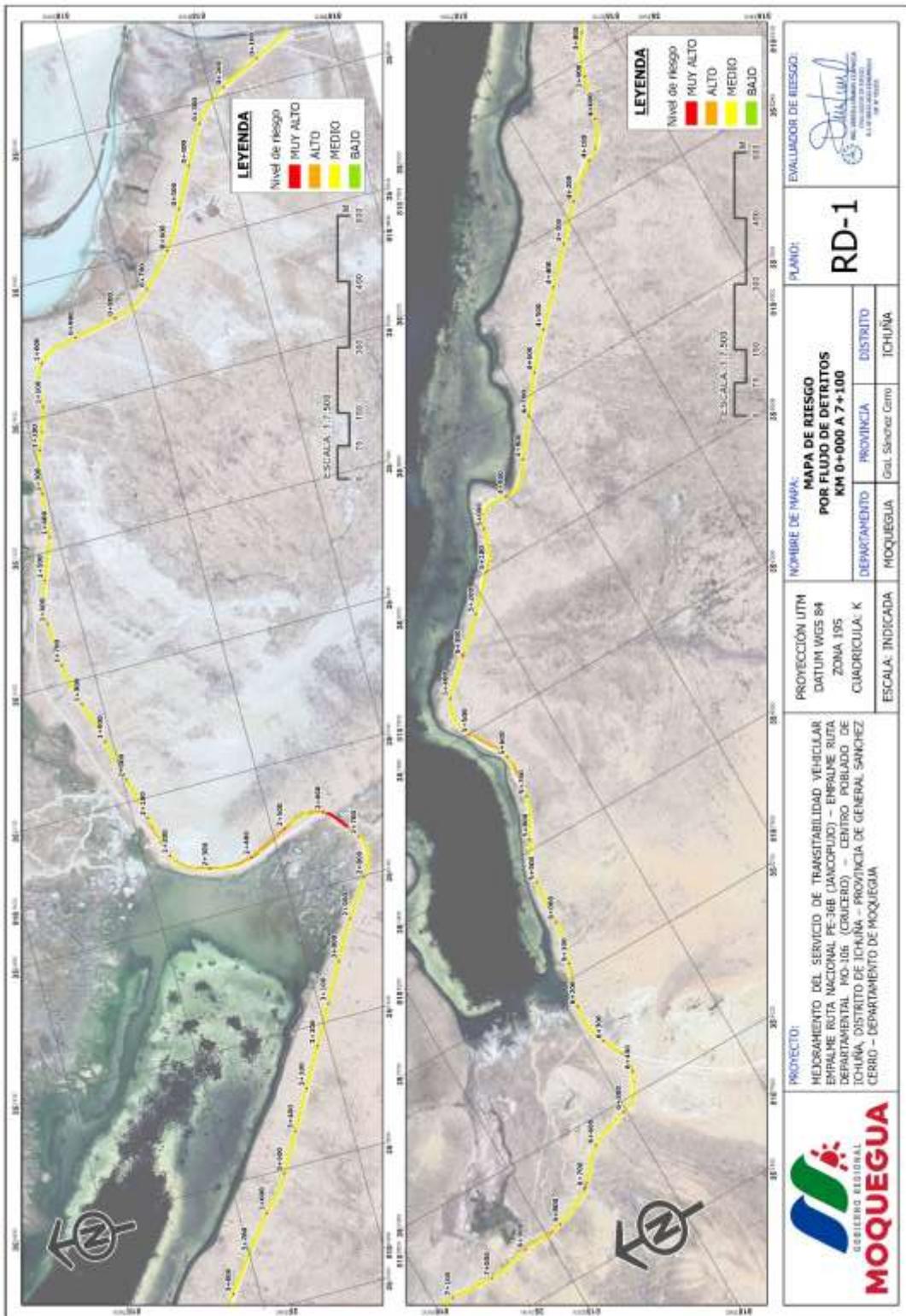
Cuadro 59: Matriz de Riesgo por flujo de detritos

PMA	0.517	0.03929	0.0729	0.13907	0.24454
PA	0.248	0.01885	0.03497	0.06671	0.1173
PM	0.129	0.0098	0.01819	0.0347	0.06102
PB	0.066	0.00502	0.00931	0.01775	0.03122
	0.076	0.141	0.269	0.473	
	VB	VM	VA	VMA	

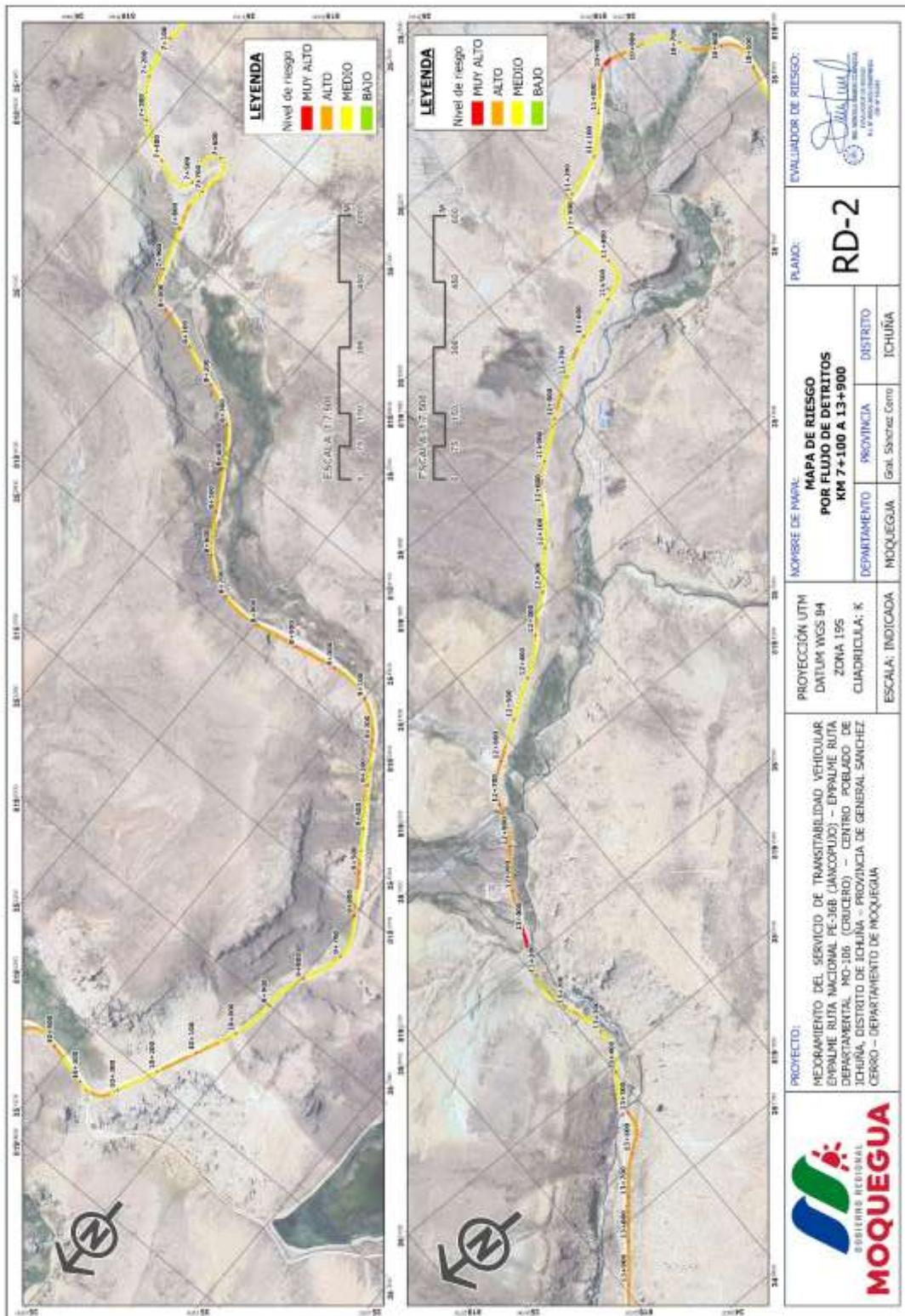
Cuadro 60: Matriz de Riesgo por inundación fluvial

PMA	0.52	0.03952	0.07332	0.13988	0.24596
PA	0.243	0.01847	0.03426	0.06537	0.11494
PM	0.131	0.00996	0.01847	0.03524	0.06196
PB	0.067	0.00509	0.00945	0.01802	0.03169
	0.076	0.141	0.269	0.473	
	VB	VM	VA	VMA	

Mapa 29: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 0+000 a 7+100



Mapa 30: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 7+100 a 13+900



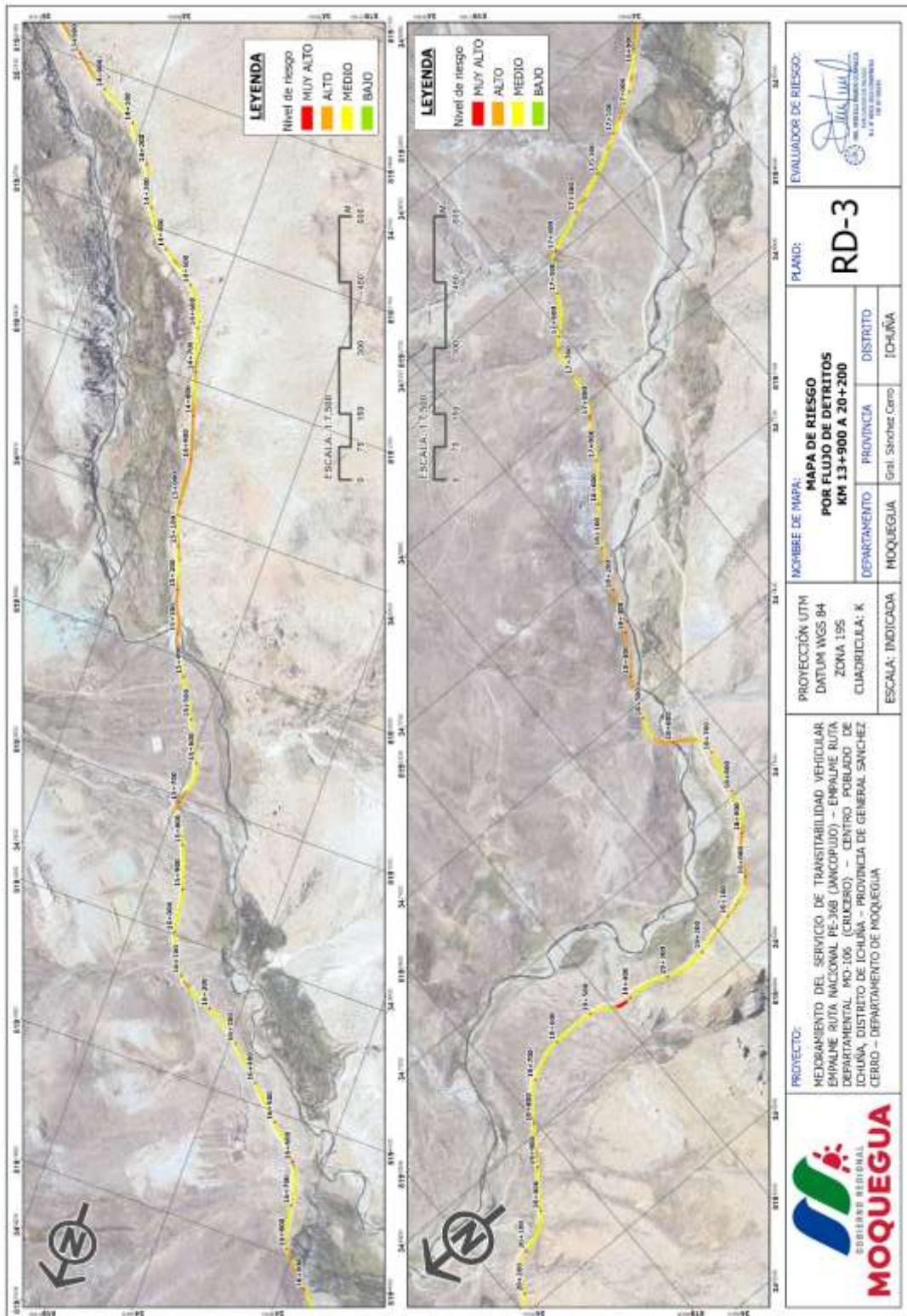


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

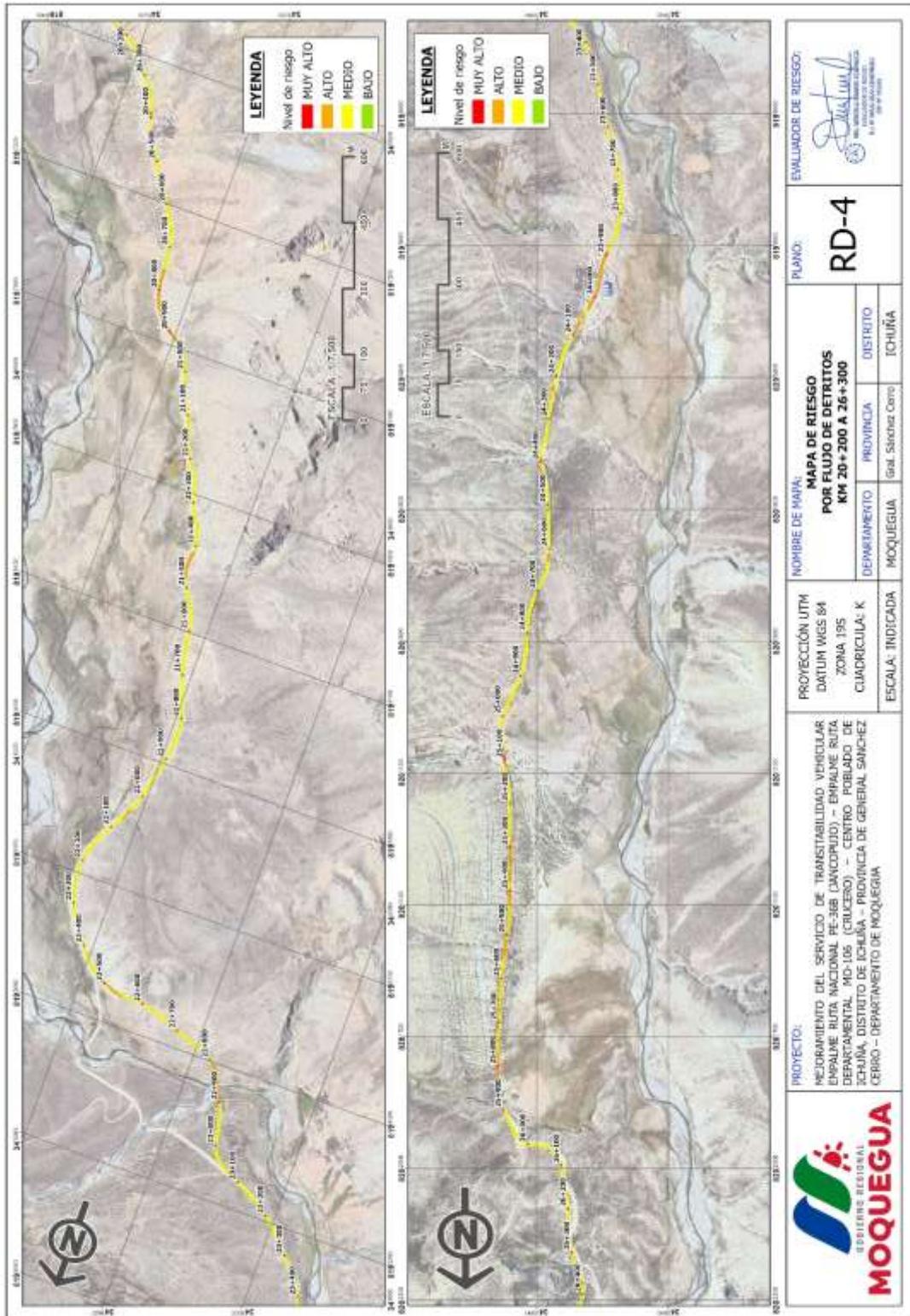
**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

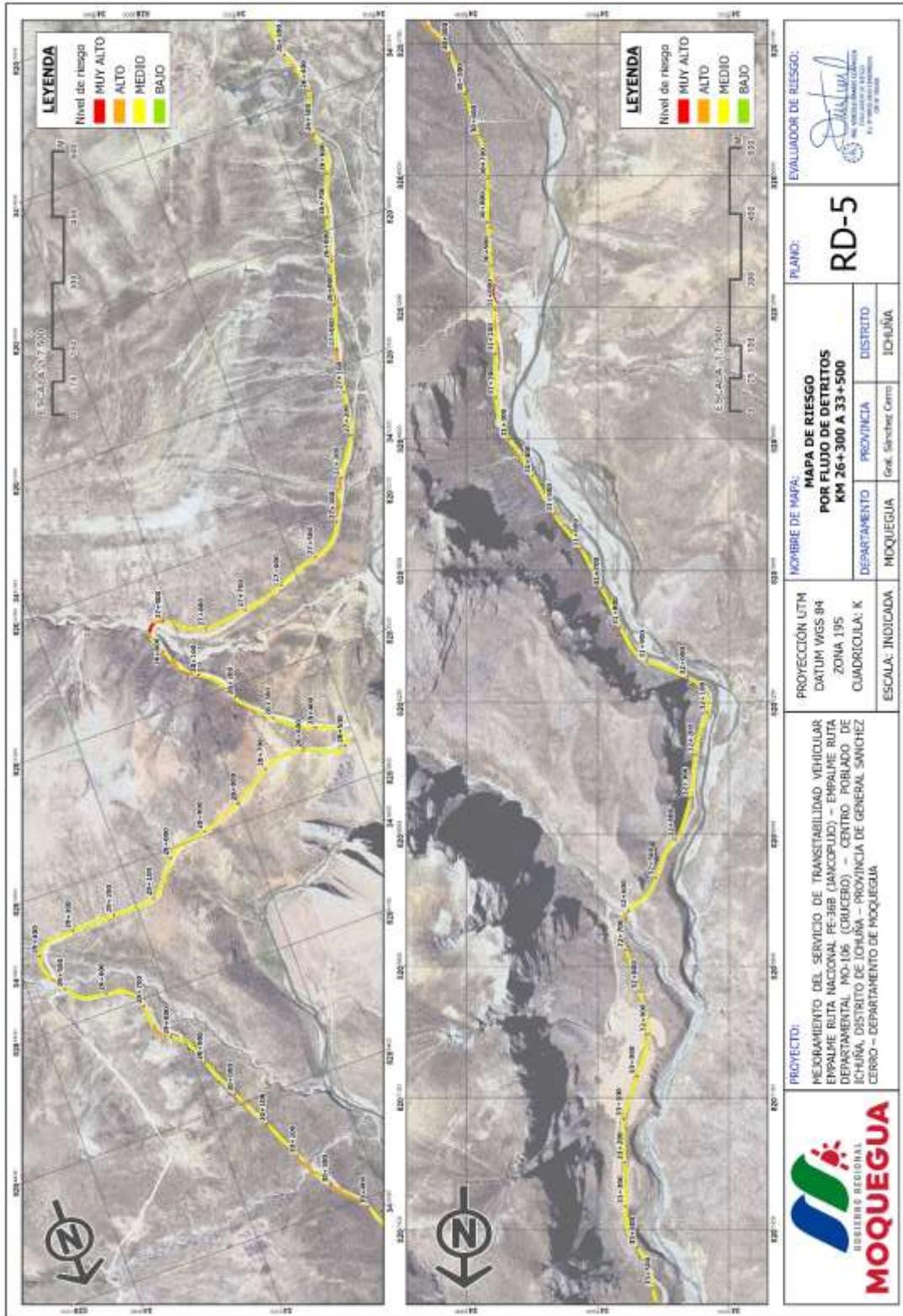
Mapa 31: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 13+900 a 20+200



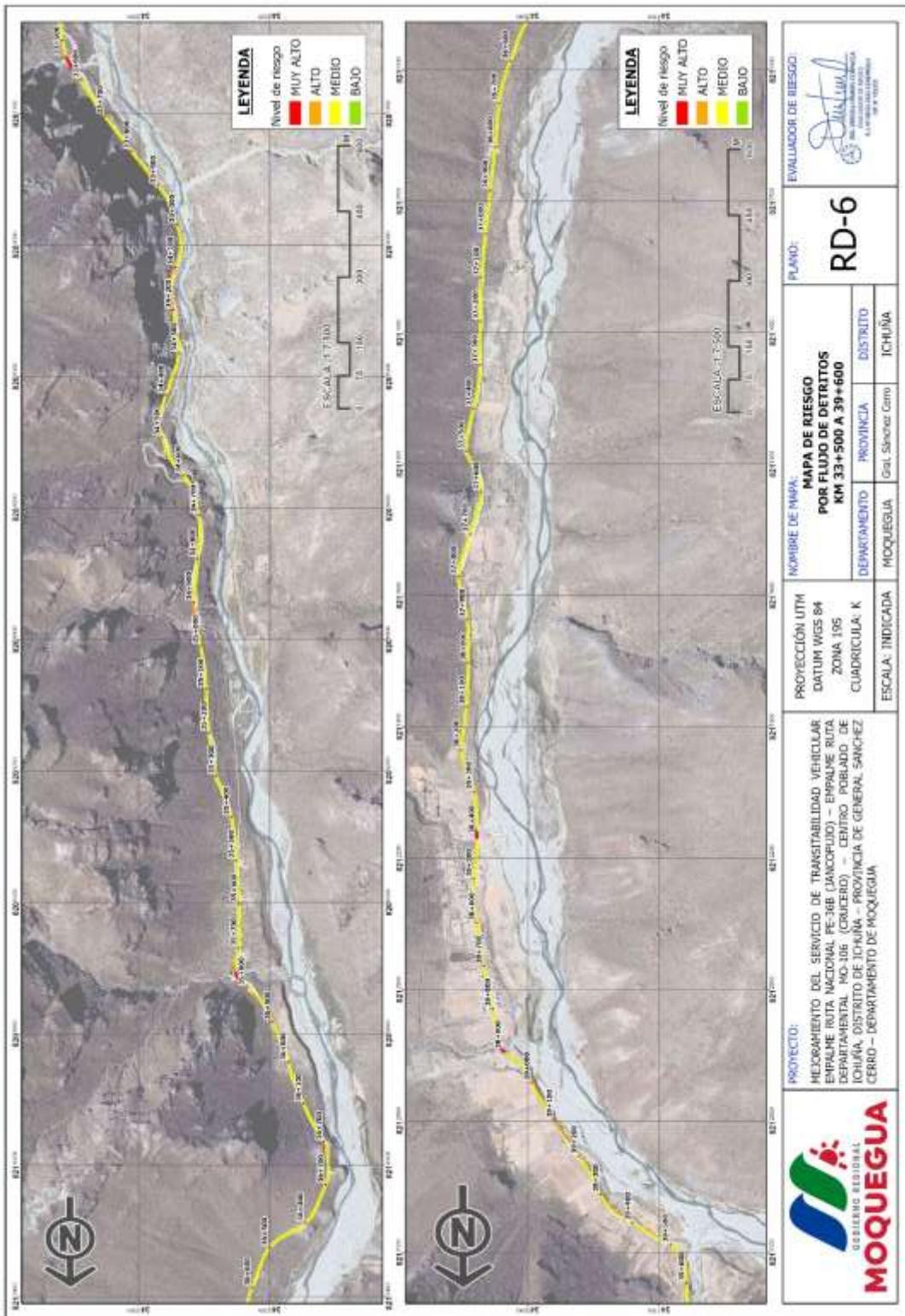
Mapa 32: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 20+200 a 26+300



Mapa 33: Mapa de riesgo por flujo de detritos KM 26+300 a 33+500



Mapa 34: Mapa de riesgo por flujo de detritos 33+500 a 39+600



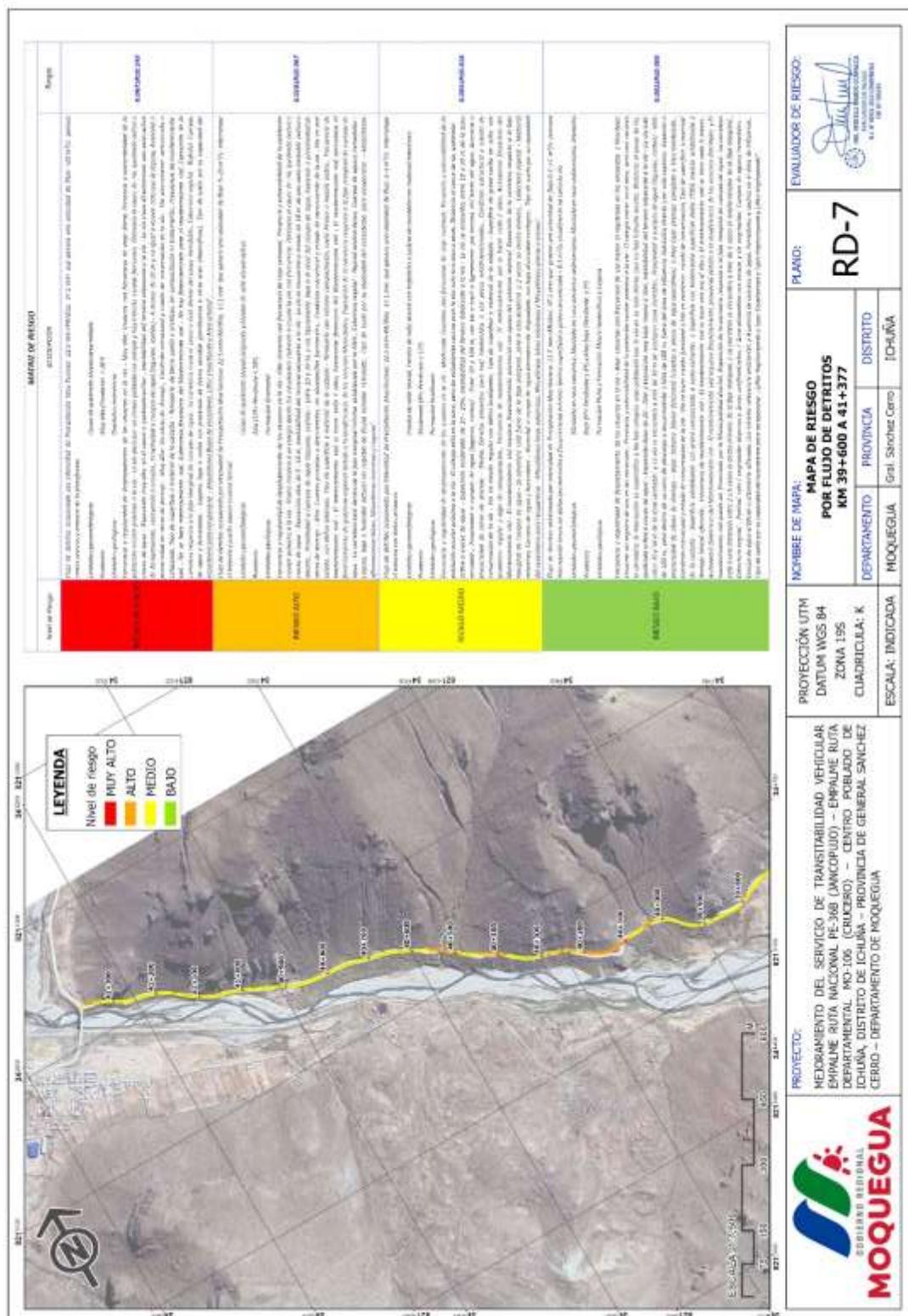


## ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

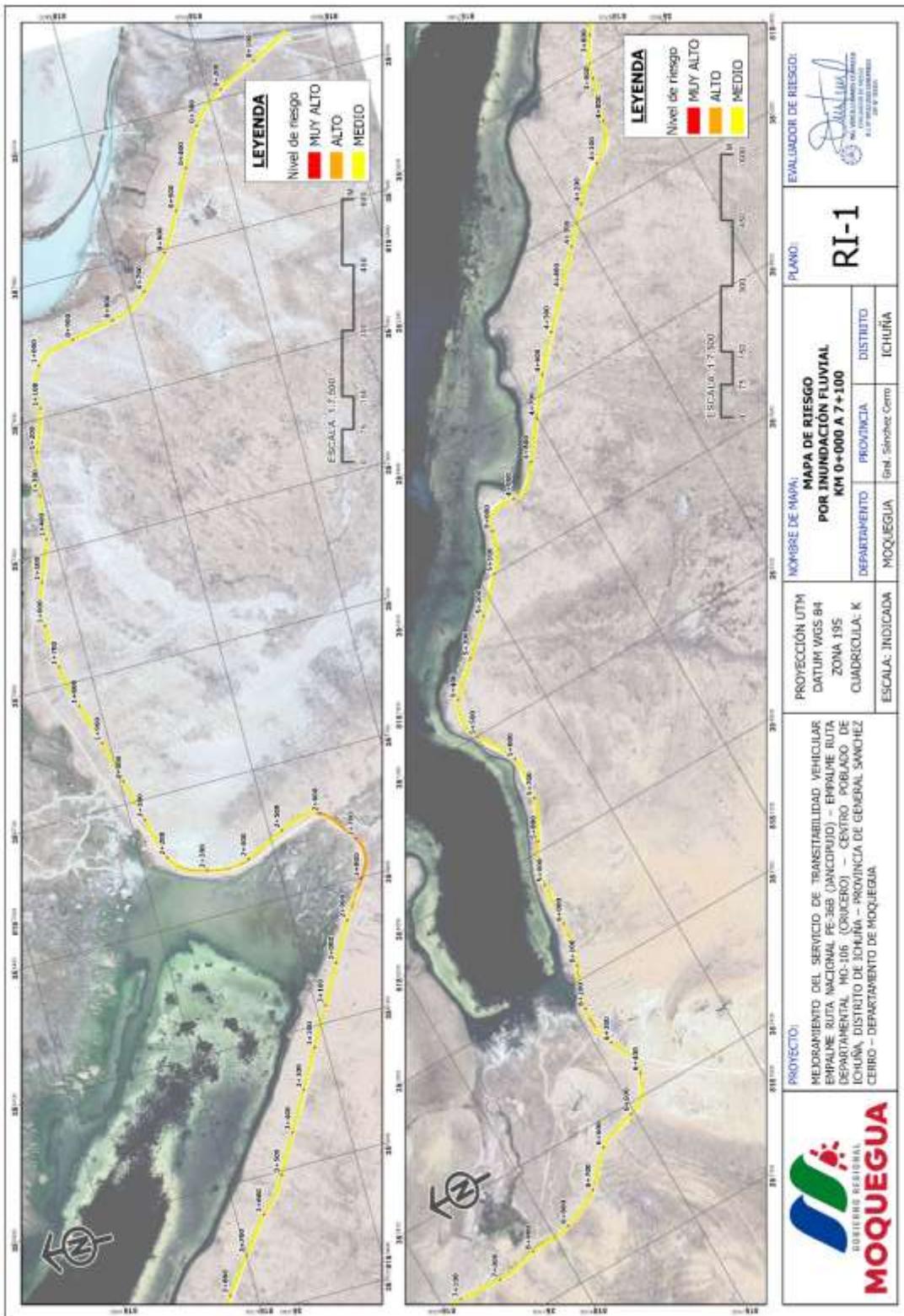
**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

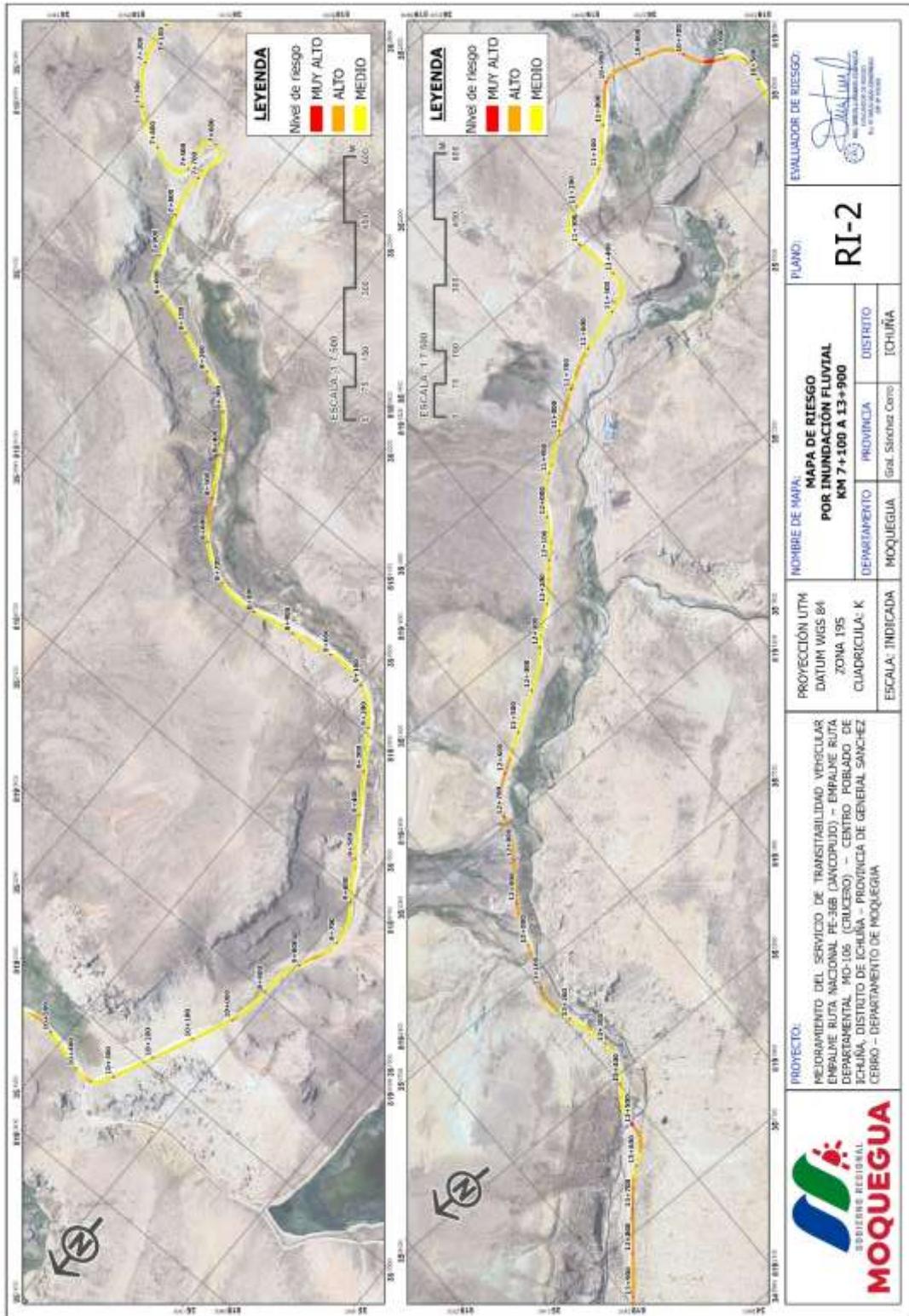
Mapa 35: Mapa de riesgo por flujo de detritos 39+600 a 41+377



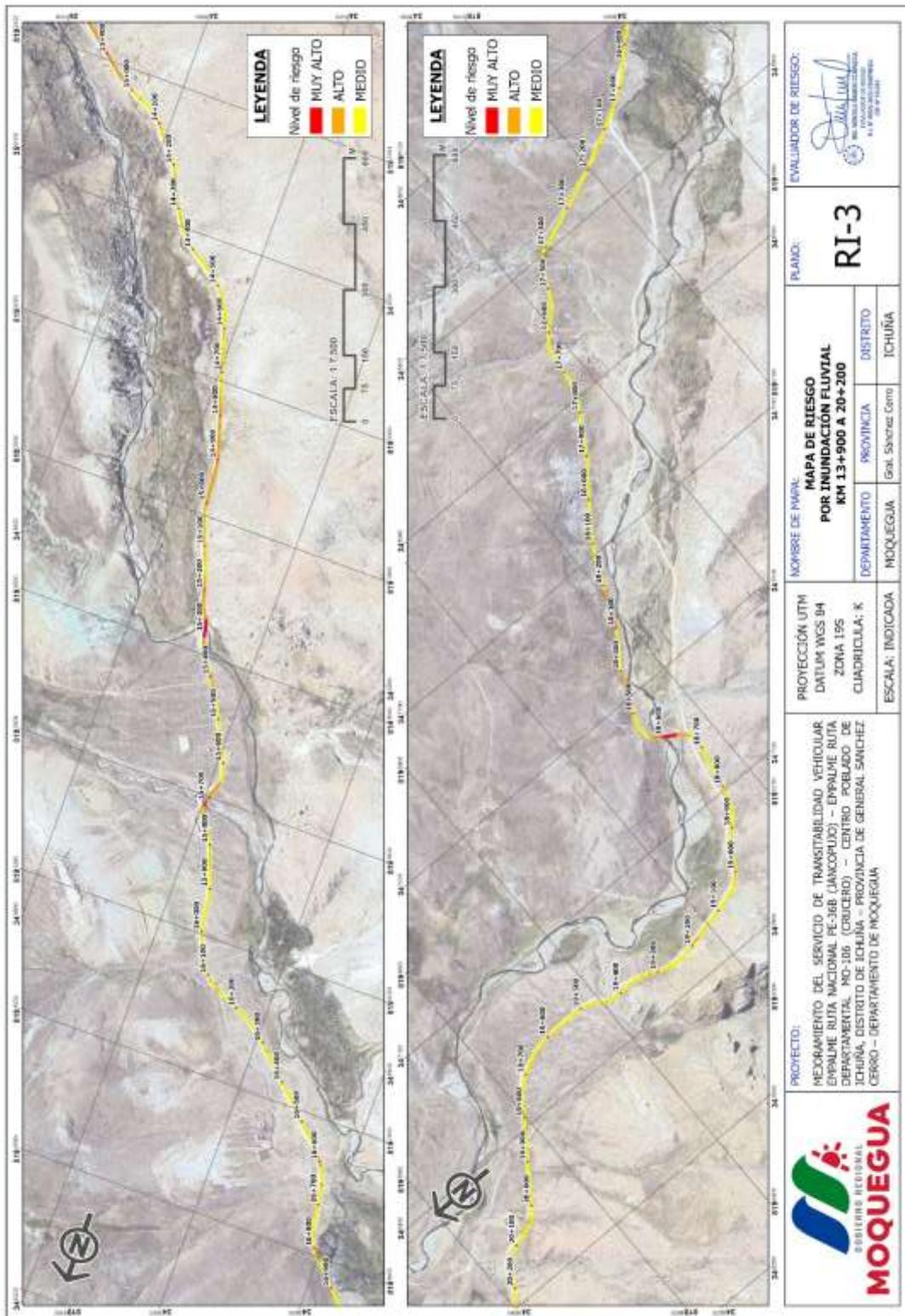
Mapa 36: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 0+000 a 7+100



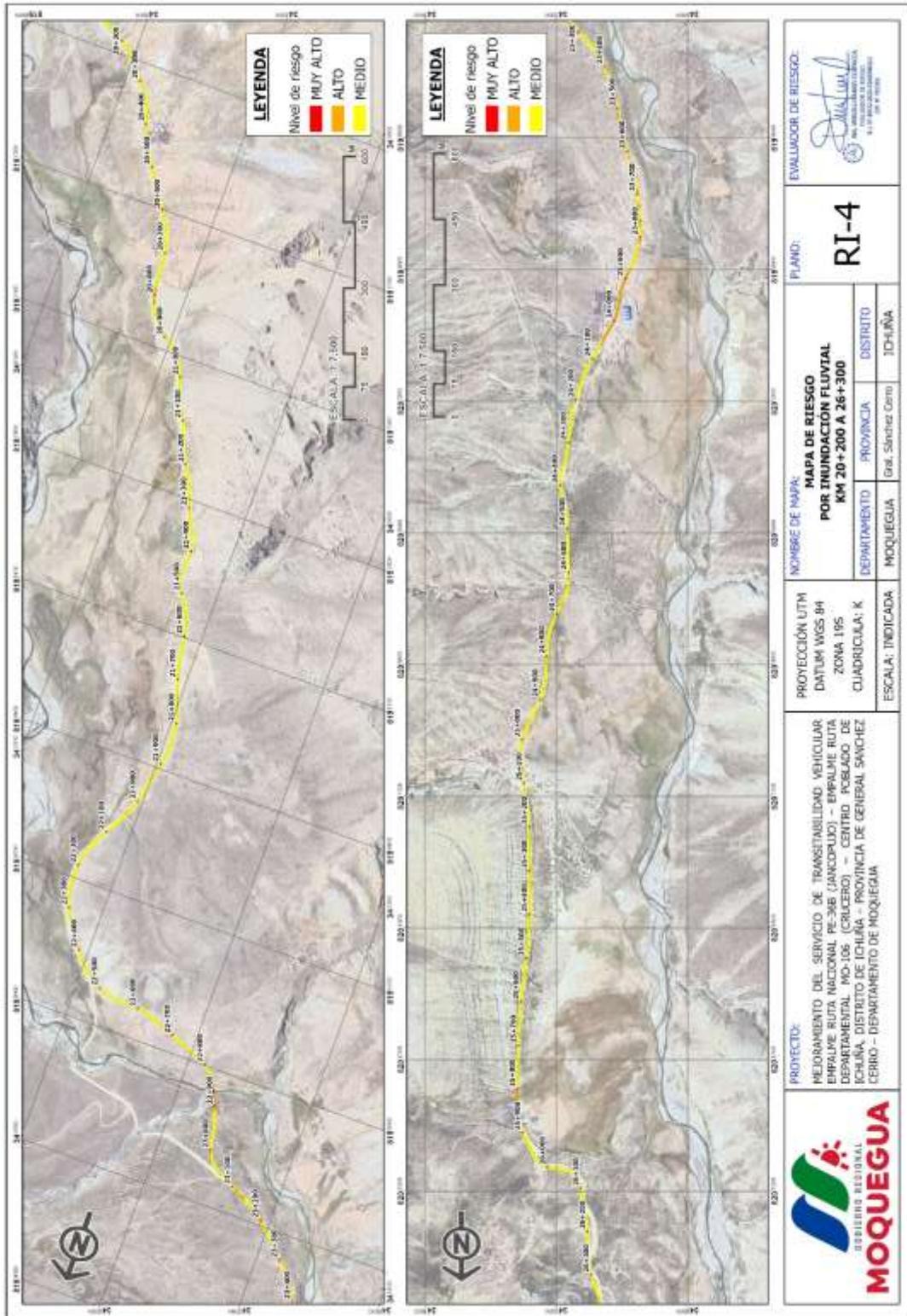
Mapa 37: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 7+100 a 13+900



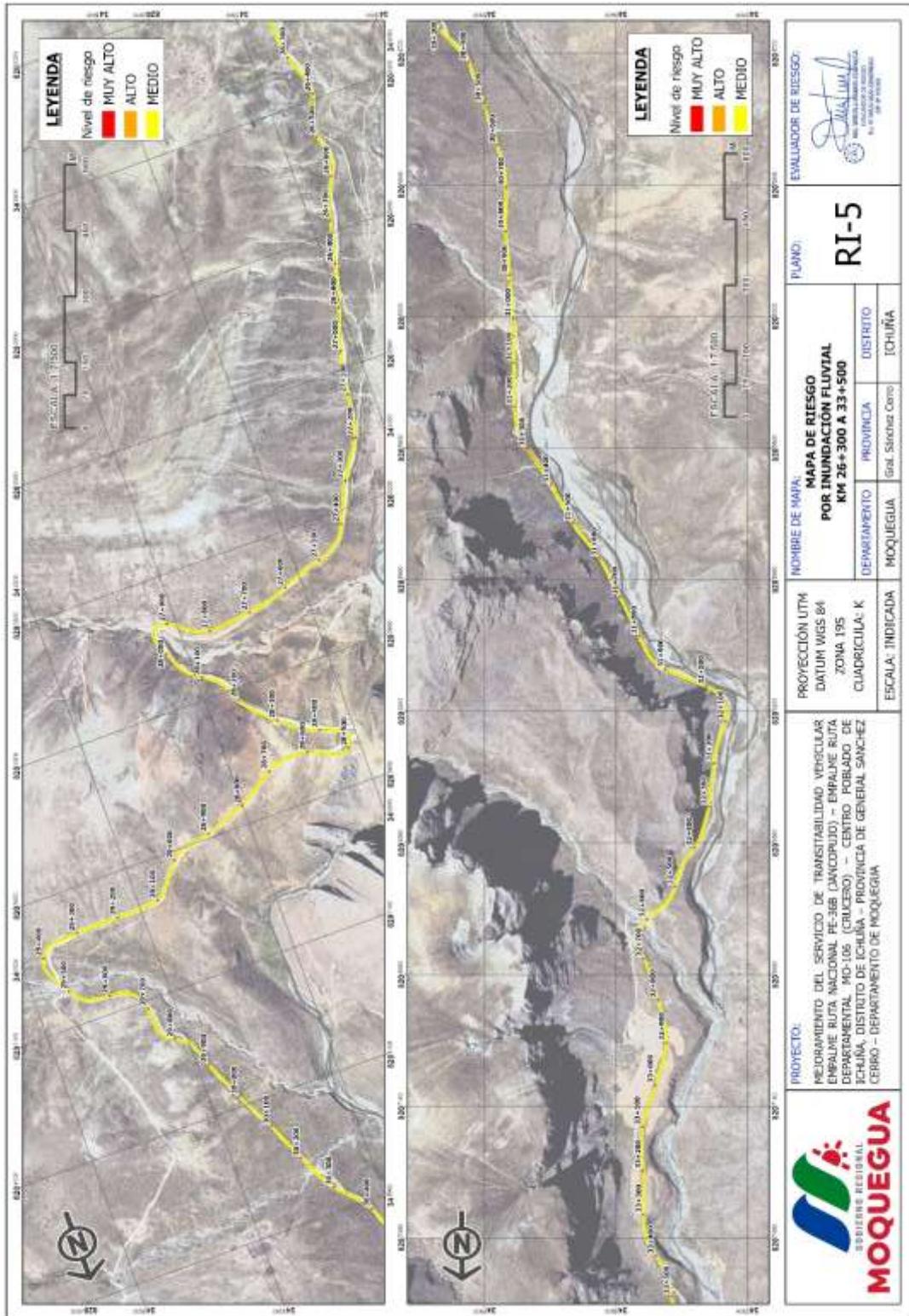
Mapa 38: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 13+900 a 20+200



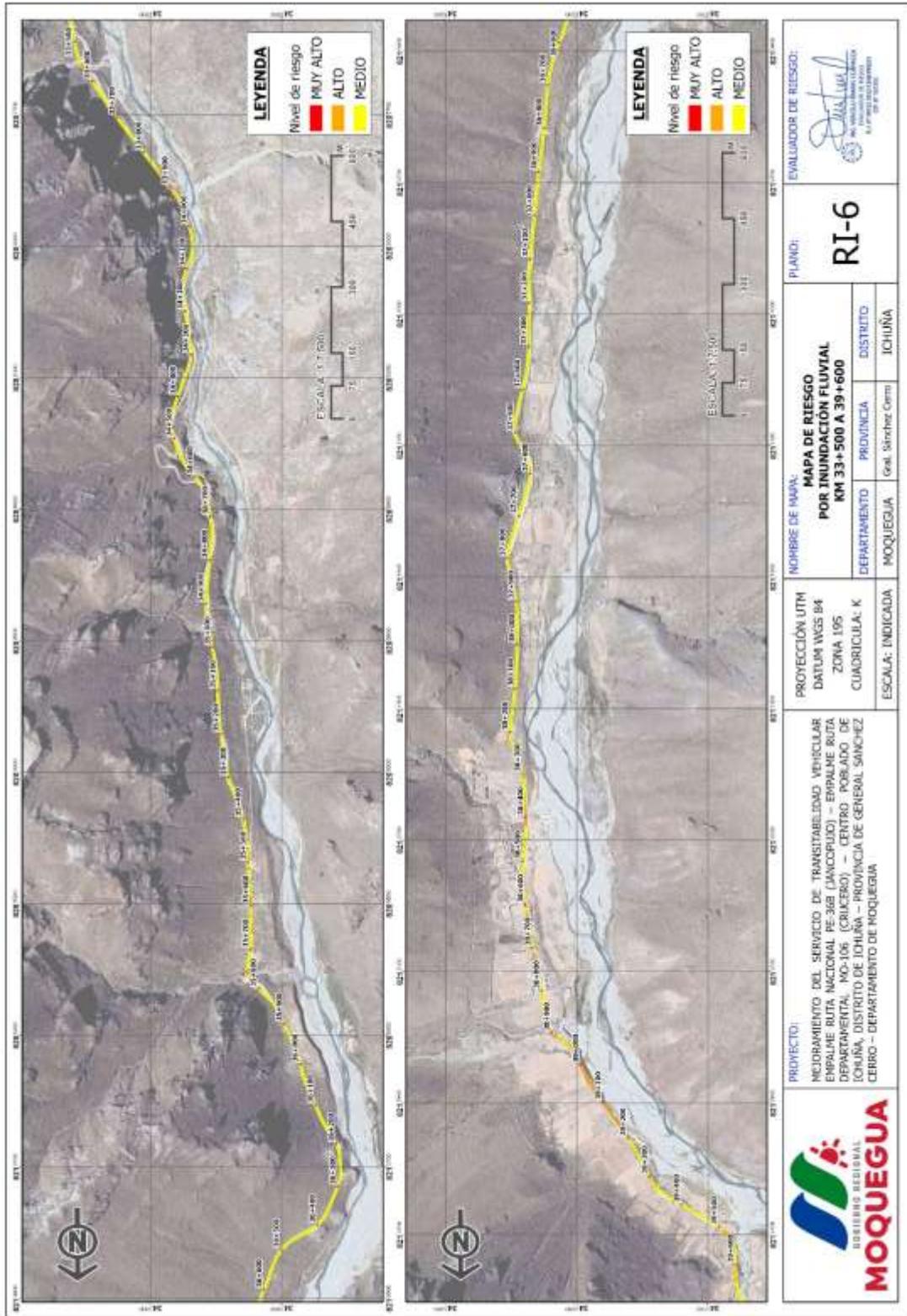
Mapa 39: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 20+200 a 26+300



Mapa 40: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 26+300 a 33+500



Mapa 41: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 33+500 a 39+600



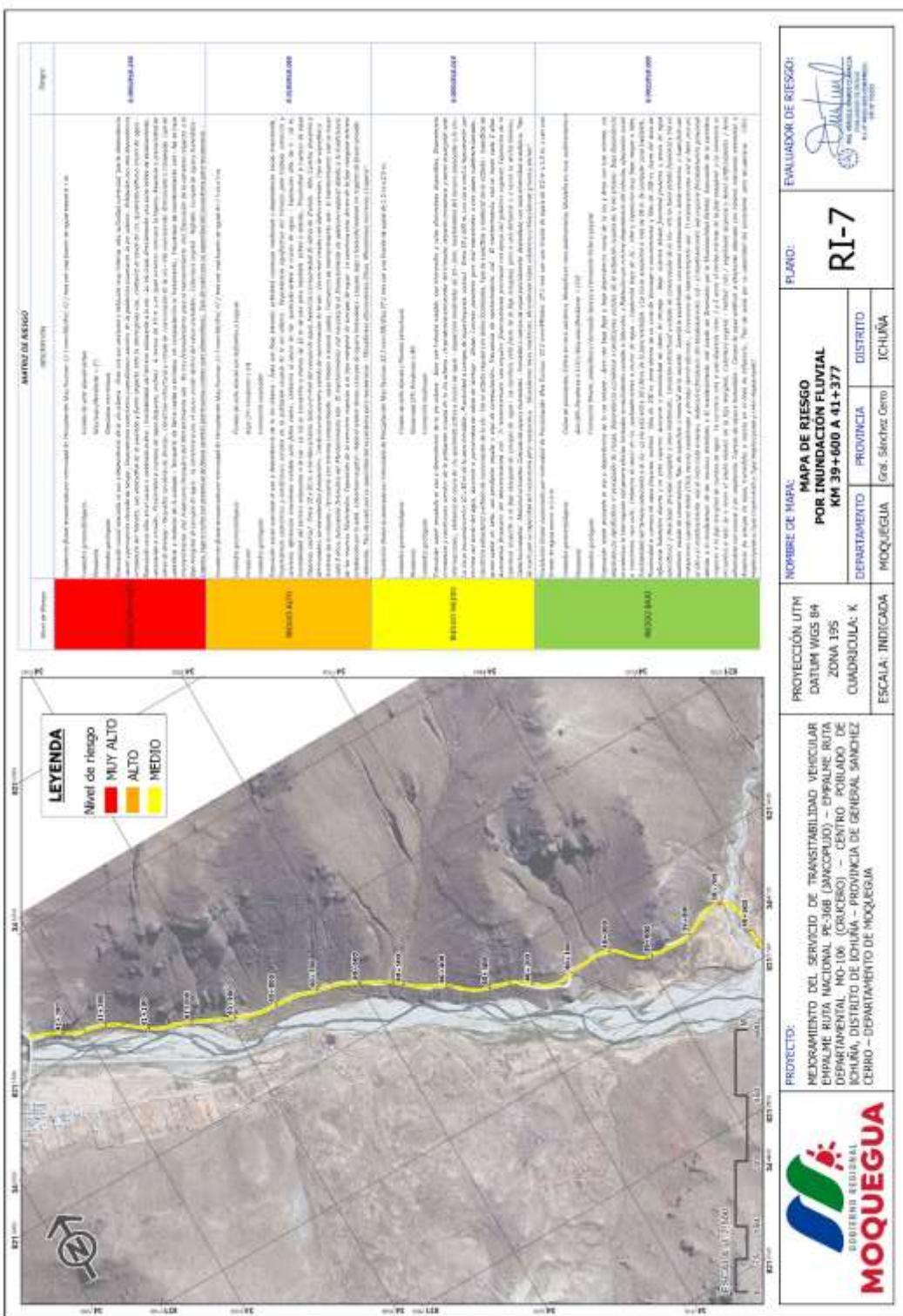


# ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SANCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

ESTUDIOS  
DEFINITIVOS

Mapa 42: Mapa de riesgo por inundación fluvial KM 39+600 a 41+377



## 5.6. Cálculo de efectos probables (daños y pérdidas)

### 5.6.1 Cálculo de efectos probables (flujo de detritos)

Para este peligro se identificaron setenta puntos críticos a lo largo de la carretera, donde el ingreso de flujos de detritos puede generar daños directos, interrumpir el tránsito y requerir intervenciones de emergencia y rehabilitación.

El cálculo de los efectos probables se desarrolló siguiendo la metodología de la Guía para la evaluación de los efectos probables frente al impacto del peligro originado por fenómenos naturales.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 61: Costos de efectos probables - Flujo de detritos  
**DAÑOS PROBABLES**

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reposición de material de afirmado perdido	m <sup>3</sup>	210.00	60.00	12,600.00
Limpieza y retiro de material depositado por flujo	m <sup>3</sup>	700.00	28.00	19,600.00
Reconformación de plataforma afectada	m	1,050.00	50.00	52,500.00
PARCIAL				84,700.00

**PÉRDIDAS PROBABLES**

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Pérdida económica por suspensión del tránsito vehicular en la carretera por flujo de detritos	dia	5.00	5,000.00	25,000.00
PARCIAL				25,000.00

**COSTOS ADICIONALES PROBABLES**

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Limpieza y retiro de detritos	m <sup>3</sup>	700.00	50.00	35,000.00
Carga y transporte de material a botadero	m <sup>3</sup>	350.00	25.00	8,750.00
Señalización temporal y desvíos	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
Alquiler de maquinaria para atención de emergencia	h-máq	50.00	400.00	20,000.00
PARCIAL				73,750.00

**COSTOS DE REHABILITACIÓN PROBABLES**

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reconformación de plataforma y bermas	m <sup>3</sup>	525.00	45.00	23,625.00
Rehabilitación parcial de carpeta (bacheo profundo)	m <sup>2</sup>	350.00	18.00	6,300.00
PARCIAL				29,925.00

**COSTOS DE RECONSTRUCCIÓN PROBABLES**

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reconstrucción total de tramo afectado	m	70.00	350.00	24,500.00
Estudios técnicos y expediente para reconstrucción	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
PARCIAL				44,500.00

<b>COSTO TOTAL DE EFECTOS PROBABLES</b>	257,875.00
---	------------

### 5.6.2 Cálculo de efectos probables (Inundación fluvial)

Para el peligro de inundación fluvial se identificaron diversos puntos donde el desborde del cauce y el ingreso de agua desde quebradas menores pueden afectar la superficie de la vía, generar saturación del afirmado y producir erosión localizada. El cálculo de los efectos probables se realizó considerando trabajos de limpieza ligera, reconformación de la plataforma, atención puntual con maquinaria y posibles interrupciones temporales del tránsito. Con estos elementos se estimaron los daños, pérdidas y costos asociados a la rehabilitación y reconstrucción, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 62: Costos de efectos probables - Inundación fluvial

#### DAÑOS PROBABLES

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reposición de material de afirmado afectado	m <sup>3</sup>	60.00	60.00	3,600.00
Reconformación superficial de plataforma	m	240.00	50.00	12,000.00
PARCIAL				15,600.00

#### PÉRDIDAS PROBABLES

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Pérdida económica por suspensión del tránsito vehicular en la carretera por flujo de detritos	dia	5.00	5,000.00	25,000.00
PARCIAL				25,000.00

#### COSTOS ADICIONALES PROBABLES

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Limpieza y retiro de detritos	m <sup>3</sup>	40.00	50.00	2,000.00
Carga y transporte de material a botadero	m <sup>3</sup>	8.00	25.00	200.00
Señalización temporal y desvíos	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
Alquiler de maquinaria para atención de emergencia	h-máq	16.00	400.00	6,400.00
PARCIAL				18,600.00

#### COSTOS DE REHABILITACIÓN PROBABLES

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reconformación de plataforma y bermas	m <sup>3</sup>	80.00	45.00	3,600.00
Rehabilitación parcial de carpeta (bacheo profundo)	m <sup>2</sup>	80.00	18.00	1,440.00
PARCIAL				5,040.00

#### COSTOS DE RECONSTRUCCIÓN PROBABLES

Actividad	U.M.	Cantidad	Costo unitario aprox. S/.	Sub total S/.
Reconstrucción total de tramo afectado	m	20.00	350.00	7,000.00
Estudios técnicos y expediente para reconstrucción	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
PARCIAL				17,000.00

#### COSTO TOTAL DE EFECTOS PROBABLES

81,240.00

## CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

### 6.1. Costo efectividad

El análisis de costo efectividad se elaboró con el fin de identificar las medidas más adecuadas para reducir el impacto de los peligros de flujo de detritos e inundación fluvial sobre la carretera evaluada. Para ello se consideraron intervenciones de protección, reducción del riesgo y transferencia del riesgo que resulten viables para una vía rural no pavimentada y expuesta a múltiples puntos de afectación. Las medidas seleccionadas buscan disminuir la interrupción del tránsito, mejorar la capacidad de drenaje y fortalecer la respuesta ante eventos de lluvia intensa. A continuación, se presenta el conjunto de acciones propuestas y su estimación económica.

Cuadro 63: Costo efectividad

Costo – efectividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
<b>Protección</b>				
Instalación de estaciones meteorológicas automáticas (vía rural)	und	3.00	6,000.00	18,000.00
Mapeo y monitoreo de riesgos con drones y GIS	glb	1.00	12,000.00	12,000.00
<b>Reducción del riesgo</b>				
Implementación de sistema de drenaje transversal y longitudinal (tubos PVC Ø24", pasos mínimos de quebrada)	glb	10.00	45,000.00	12,000.00
Construcción de muros de contención en zonas de talud inestable	m³	150.00	200.00	12,000.00
Rehabilitación de plataforma (con afirmado y compactación)	km	20.00	35,000.00	24,000.00
Transferencia del riesgo				
Seguro contra eventos climáticos extremos (por tramos viales)	glb	1.00	25,000.00	24,000.00

TOTAL ESTIMADO

S/ 1 235 000

### 6.2. Control de riesgos

#### 6.2.1 Aceptabilidad / tolerabilidad

##### 6.2.1.1 Valoración y consecuencias

El riesgo no puede eliminarse por completo, incluso aplicando medidas preventivas, ya que siempre existe la posibilidad de que se presenten consecuencias ante la ocurrencia de un fenómeno natural. Por esta razón, el riesgo se considera aceptable solo cuando se encuentra dentro de un nivel que puede ser gestionado con los recursos disponibles, manteniendo un grado de control adecuado. Cuando el valor del riesgo supera ese límite, se clasifica como un riesgo no tolerable y requiere medidas adicionales para reducir sus consecuencias.

Para determinar el nivel de aceptabilidad del riesgo en el área de estudio se evaluaron las consecuencias probables, el daño esperado, los niveles de aceptabilidad y tolerancia establecidos en la guía, y finalmente el nivel de priorización del riesgo. El siguiente cuadro muestra los niveles de consecuencia utilizados en la evaluación.

Cuadro 64: Nivel de consecuencias

NIVEL DE CONSECUENCIAS		
VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alto	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 son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Del análisis realizado se obtiene que las consecuencias derivadas del impacto de los peligros identificados en la vía pueden ser gestionadas con los recursos disponibles a nivel local. La Municipalidad Distrital de Ichuña realiza anualmente trabajos de mantenimiento y atención de emergencias en esta carretera, lo cual demuestra capacidad operativa para responder a eventos recurrentes. Por ello, el nivel de consecuencias corresponde al valor 2 – medio, lo que indica que el riesgo es controlable bajo condiciones actuales.

#### 6.2.1.2 Valoración de frecuencia:

Cuadro 65: Nivel de frecuencia de ocurrencia

NIVEL DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA		
VALOR	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
4	muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Del análisis realizado y considerando el comportamiento histórico de la zona, los peligros evaluados presentan una recurrencia alta. Durante la temporada de lluvias se registran cada año inundaciones menores y activación de quebradas que afectan diversos tramos de la vía, mientras que los flujos de detritos también pueden presentarse de manera periódica según la intensidad de las precipitaciones. Por ello, la frecuencia de ocurrencia se clasifica en el nivel 3 – alta, ya que estos eventos pueden presentarse en periodos de tiempo medianamente largos, generalmente una vez cada año en condiciones típicas de la zona.

### 6.2.1.3 Nivel de consecuencias y daños:

Cuadro 66: Matriz de consecuencias y daños

CONSECUENCIAS		NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
muy alto		4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
alta		3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
media		2	Medio	Medio	Alta	Alta
bajo		1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4	
	Frecuencia	Bajo	Medio	Alta	Muy Alta	

De acuerdo con la matriz de consecuencias y daños, la combinación del nivel de consecuencias (2 – media) y la frecuencia de ocurrencia (3 – alta) ubica el riesgo en la zona de nivel 3 – alta. Este resultado indica que, si bien las consecuencias pueden ser gestionadas con los recursos locales, la recurrencia anual de eventos incrementa la demanda de atención y eleva el nivel de daño esperado, por lo que el riesgo requiere la implementación de medidas de reducción y control.

### 6.2.1.4 Aceptabilidad y/o tolerancia:

Cuadro 67: Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO		
VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir riesgos
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Del análisis realizado y de acuerdo con la matriz de niveles de aceptabilidad y tolerancia del riesgo, el nivel obtenido para el área de estudio corresponde al nivel 3 – Inaceptable, ya que combina un nivel de consecuencias medio con una frecuencia alta. Esto indica que el riesgo supera el umbral de tolerancia y requiere medidas inmediatas y prioritarias de reducción.

Cuadro 68: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO			
Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inapmisible	Riesgo inapmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inapmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable

#### 6.2.1.5 Prioridad de Intervención:

Cuadro 69: Prioridad de intervención

PRIORIDAD DE INTERVENCION		
Valor	Descriptor	Nivel de Priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Del cuadro anterior se obtiene que la prioridad de intervención para el área de estudio corresponde al nivel III – Tolerable, lo que indica que, si bien el riesgo puede ser gestionado con los recursos disponibles, se requiere programar acciones de prevención y reducción del riesgo de manera ordenada. Este nivel constituye el sustento para priorizar actividades, medidas y proyectos de inversión orientados a disminuir la exposición de la vía y mejorar su capacidad de respuesta ante eventos de origen natural.

 <p><b>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES</b></p>	<p>MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR EMPALME RUTA NACIONAL PE-36B (JANCOPUJO) – EMPALME RUTA DEPARTAMENTAL MO-106 (CRUCERO) – CENTRO POBLADO DE ICHUÑA, DISTRITO DE ICHUÑA – PROVINCIA DE GENERAL SÁNCHEZ CERRO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</p>	<p><b>ESTUDIOS DEFINITIVOS</b></p>
---	---	------------------------------------

### 6.3. Medidas de prevención y reducción de riesgo de desastres

#### A.- Medidas no estructurales

##### a) Sistema de alerta temprana

- Instalación de estaciones meteorológicas simples en puntos estratégicos de la vía.
- Monitoreo básico de lluvias, niveles de quebradas y humedad del terreno.
- Alertas comunitarias y protocolos de cierre temporal de la vía en caso de lluvias intensas.

##### b) Educación y sensibilización

- Capacitaciones a transportistas, operadores y comunidades sobre riesgos en época de lluvias.
- Difusión de rutas alternas y medidas de autoprotección mediante radios locales y aviso comunitario.

##### c) Protocolos de mantenimiento y limpieza preventiva

- Cronogramas de mantenimiento antes, durante y después de la temporada de lluvias.
- Procedimientos claros para limpieza de cunetas naturales, retiro de material arrastrado y atención rápida en puntos críticos.

##### d) Regulación y control del uso del suelo

- Evitar intervenciones o edificaciones cercanas a taludes o quebradas.
- Coordinación con autoridades locales para prevenir actividades agrícolas que debiliten los bordes de la vía.

##### e) Gestión institucional y planificación

- Convenios de cooperación entre municipalidades distritales y regionales para apoyo en emergencias.
- Inclusión de la vía dentro de planes de contingencia y respuesta ante desastres.

##### f) Monitoreo técnico permanente

- Seguimiento fotográfico y georreferenciado de puntos críticos.
- Uso de drones o imágenes satelitales para observar cambios en quebradas, taludes y erosión.
- Fichas de evaluación rápida post evento.

##### g) Incorporación de la comunidad

- Organización de brigadas comunitarias de vigilancia o alerta temprana.
- Incentivos para el cuidado del entorno de la vía (limpieza, control de quema, mantenimiento básico).

##### h) Sistema de seguros y financiamiento

- Evaluar la inclusión de la vía en un sistema de seguro frente a daños climáticos.
- Registro de gastos de mantenimiento para sustentar solicitudes de financiamiento ante el gobierno regional.

#### B.- Medidas estructurales

Las medidas estructurales propuestas están orientadas a reducir el impacto de los peligros identificados en la vía, principalmente el flujo de detritos y la inundación fluvial, considerando las condiciones propias de una carretera rural no pavimentada. Estas intervenciones se plantean a nivel conceptual y tienen como finalidad mejorar el drenaje, reforzar los sectores vulnerables y disminuir la probabilidad de interrupción del tránsito durante la temporada de lluvias. A continuación, se presentan las acciones recomendadas.

**a) Drenaje transversal y longitudinal**

- Instalación de alcantarillas, badenes o pasos de quebrada en puntos donde el cauce cruza la vía.
- Mejoramiento o reemplazo de drenaje existente con estructuras de mayor capacidad.
- Construcción de cunetas laterales en ambos márgenes, revestidas en los sectores más inestables.
- Implementación de cunetas de coronación en zonas de ladera o talud para interceptar el escurrimiento superficial.
- Descargas laterales y bajantes para evacuar el agua fuera del cuerpo vial.

**b) Mejoramiento de plataforma y afirmado**

- Reconformación de plataforma en los sectores erosionados o afectados por el ingreso de agua.
- Recuperación del afirmado con material granular seleccionado para mejorar capacidad de soporte.
- Compactación adecuada para reducir deformaciones y saturación durante el periodo de lluvias.

**c) Obras de protección en zonas de talud y laderas**

- Estabilización de taludes mediante cortes estables y retiro de material suelto.
- Colocación de mallas metálicas o sistemas de contención ligera según corresponda.
- Construcción puntual de muros de contención en zonas donde la proximidad del talud representa riesgo directo para la plataforma vial.
- Revegetación o control de erosión superficial en laderas moderadamente inestables.

**d) Obras en zonas próximas a riberas o cauces**

- Encauzamiento básico o protección marginal en los sectores donde el cauce se approxima al borde de la vía.
- Construcción de pequeños muros de defensa ribereña o gaviones en puntos con erosión lateral.
- Canalización simple para dirigir el flujo superficial lejos de la plataforma y evitar socavación.

**e) Adecuación de pasos naturales de agua**

- Mejoramiento de pasos de quebrada mediante badenes reforzados o alcantarillas según la profundidad y el ancho del cauce.

- Limpieza y perfilado de cauces menores para facilitar el paso del flujo superficial durante lluvias intensas.
- Adecuación de cruces donde se identifique acumulación recurrente de agua o sedimentos.

**f) Intervenciones geotécnicas puntuales**

- Drenaje superficial en zonas donde se observe saturación o filtraciones repetitivas.
- Implantación de drenes subterráneos o drenes horizontales cortos en taludes con humedad permanente.
- Monitoreo geotécnico básico para verificar estabilidad en zonas con antecedentes de asentamientos o fallas locales.

**g) Medidas de protección de estructuras viales**

- Limpieza frecuente del sistema de drenaje en períodos de lluvia.
- Mantenimiento periódico posterior a temporadas de lluvias para eliminar material arrastrado.
- Reposición puntual de material granular y afirmado en sectores afectados.

Las medidas estructurales y no estructurales presentadas constituyen un conjunto de acciones orientadas a reducir el nivel de exposición y contribuir a la continuidad operativa de la vía durante la temporada de lluvias. Su implementación progresiva permitirá disminuir la probabilidad de interrupción del tránsito y minimizar los efectos de los fenómenos analizados, sirviendo además como insumo para futuros estudios y proyectos de inversión

## CONCLUSIONES

### a) Susceptibilidad a flujos de detritos e inundación fluvial.

La carretera presenta tramos críticos expuestos a la activación de quebradas y al desborde de cauces menores durante eventos de lluvia intensa, lo cual incrementa significativamente la susceptibilidad a flujos de detritos y procesos de inundación fluvial.

### b) Factores condicionantes relevantes.

La pendiente del terreno, la litología de baja resistencia, la presencia de taludes inestables, la falta de drenaje transversal adecuado y la geomorfología irregular elevan la posibilidad de erosión, socavación y acumulación de material sobre la plataforma vial.

### c) Lluvias intensas como detonante principal.

El análisis pluviométrico evidencia precipitaciones intensas y muy intensas en la zona, capaces de activar quebradas, movilizar sedimentos y generar desbordes en sectores donde la vía intercepta cauces naturales.

### d) Elementos expuestos de importancia.

El elemento más expuesto es la propia infraestructura vial y sus usuarios. Adicionalmente, cuerpos de agua, áreas agrícolas y ecosistemas frágiles cercanos a la vía pueden verse afectados, incrementando la exposición ante fenómenos naturales.

### e) Vulnerabilidad socioeconómica moderada a alta.

Las comunidades dependientes de esta vía enfrentan limitaciones logísticas y económicas para responder a interrupciones prolongadas. La falta de infraestructura resiliente y la recurrencia anual de emergencias incrementan la vulnerabilidad local.

### f) Afectaciones recurrentes y costos significativos.

Las labores de limpieza y rehabilitación posteriores a lluvias generan gastos considerables para la municipalidad distrital, lo cual coincide con los escenarios de daño y pérdida estimados en el presente estudio.

### g) Necesidad prioritaria de mejorar el drenaje.

Las observaciones de campo muestran la urgencia de implementar un sistema de drenaje transversal y longitudinal funcional, así como la adecuación de pasos de agua y obras de protección en los tramos más expuestos.

### h) Medidas estructurales y no estructurales requeridas.

Los resultados del análisis de riesgo indican la necesidad de ejecutar medidas estructurales (drenaje, estabilización de taludes, reconformación de plataforma y protecciones puntuales)

y medidas no estructurales (mantenimiento preventivo, monitoreo, capacitación y organización comunitaria).

**i) Nivel de riesgo alto e inaceptable en varios sectores.**

El cruce entre el nivel de consecuencias y la frecuencia de ocurrencia ubica el riesgo en categoría inaceptable, por lo que se requieren acciones de reducción y control para garantizar la seguridad y continuidad de la transitabilidad.

**j) Requerimiento de estudios posteriores.**

El diseño detallado y la ubicación exacta de las intervenciones deberán ser definidos mediante estudios técnicos posteriores (hidráulicos, hidrológicos, topográficos y geotécnicos), de acuerdo con los lineamientos sectoriales.

## RECOMENDACIONES

### a) Mejorar el sistema de drenaje de la vía.

Se recomienda implementar un sistema de drenaje transversal y longitudinal funcional, que incluya la construcción o rehabilitación de alcantarillas, bardenos y cunetas laterales en los tramos donde el escurrimiento superficial afecta la plataforma. Estas intervenciones deben definirse en un estudio técnico posterior.

### b) Estabilización de taludes en zonas vulnerables.

En los sectores donde se presentan desprendimientos, erosión o saturación de los taludes, se recomienda evaluar la estabilización mediante cortes adecuados, sistemas de protección superficial y obras de drenaje interno, según lo determine un estudio especializado.

### c) Protección en sectores próximos a cuerpos de agua.

En los tramos donde la vía se encuentra cercana a riberas, quebradas o lagunas, se recomienda considerar obras de protección marginal o encauzamiento básico para reducir procesos de socavación lateral durante crecidas.

### d) Adecuación de pasos de agua.

En los tramos donde la vía intercepta cauces naturales, se recomienda evaluar la adecuación o mejoramiento de pasos de agua mediante estructuras que permitan el flujo libre del caudal durante eventos de lluvia intensa.

### e) Mantenimiento preventivo y post evento.

Se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo antes y durante la temporada de lluvias, así como la atención inmediata posterior a eventos intensos para restablecer la transitabilidad y eliminar material acumulado.

### f) Monitoreo y gestión del riesgo.

Se recomienda realizar monitoreo periódico de los puntos críticos identificados en los mapas de riesgo, así como mantener registros fotográficos y reportes de campo que permitan identificar variaciones y anticipar situaciones de peligro.

### g) Coordinación institucional.

Se sugiere fortalecer la coordinación con la municipalidad distrital y entidades regionales para facilitar la atención de emergencias y priorizar intervenciones en los tramos más afectados por lluvias intensas.

### h) Recomendación para estudios posteriores.

La ubicación exacta, tipo y diseño definitivo de las obras requeridas deberán definirse en estudios técnicos posteriores, sustentados en levantamientos topográficos detallados, estudios hidráulicos, hidrológicos y geotécnicos.

**i) Consideraciones sobre heladas y carpeta de rodadura**

Dado que las heladas son un fenómeno recurrente en el área de influencia, se recomienda que, en la fase de diseño definitivo, el proyectista evalúe alternativas de carpeta de rodadura que mantengan su desempeño frente a bajas temperaturas. Esta evaluación deberá considerar materiales con buena resistencia a fisuración térmica, adecuada adherencia y estabilidad durante ciclos de congelamiento y descongelamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

CENEPRED (2015). Metodología para la elaboración de estudios de riesgo por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima, Perú.

CENEPRED (2017). Guía metodológica para la identificación y análisis del riesgo por movimientos en masa. Lima, Perú.

INDECI (2003–2018). Base de datos de emergencias registradas. Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú. Recuperado de: <https://www.indeci.gob.pe>

SIGRID (2023). Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. Plataforma Geoespacial del SINAGERD. <https://sigrid.cenepred.gob.pe>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC (2023). Banco de Precios Unitarios Referenciales para Obras Viales. Lima, Perú.

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF (2024). Ficha técnica estándar para Proyectos de Infraestructura Vial – Plataforma Invierte.pe. Lima, Perú.

Municipalidad Distrital de Ichuña (2023). Información presupuestal de intervenciones de mantenimiento vial anual. Ichuña, Moquegua.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (2020). Mapa Geológico del Perú, Hoja Moquegua 1:100 000. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Cultura – INC / Ministerio de Cultura (2023). Base de datos de zonas arqueológicas registradas. Lima, Perú.

Trabajo de campo propio (2025). Inspecciones y registros realizados en el área de estudio.

## ANEXOS

### Panel fotográfico

Foto 1: Vista de inicio de tramo 0+000 - Ingreso a la vía por Jancopujo

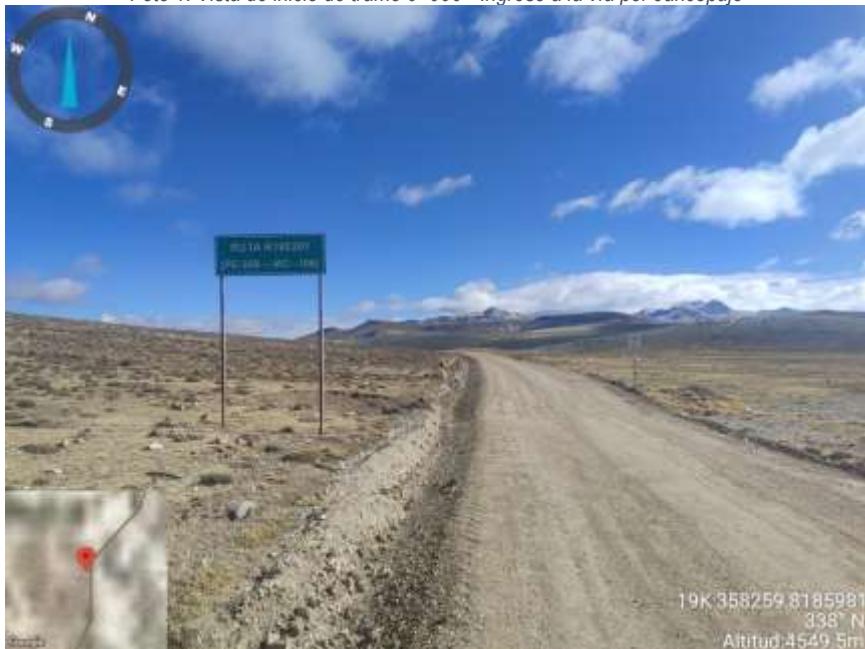


Foto 2: Vista de lagunas cercanas a la Vía de estudio km 1+000



Foto 3: Vista de Fauna silvestre cercano a la vía en estudio km 2+380



Foto 4: Vista panorámica de la vía en estudio Km 7+460



Foto 5: Vista de bofedales que colindan con la vía en estudio Km 8+080



Foto 6: Vista de bofedales que colindan con la vía en estudio Km 10+360



Foto 7: Vista de alcantarilla existente Km 10+880



Foto 8: Vista de alcantarilla existente en muy mal estado de conservación km 12+710



Foto 9: vista de Puente Bertani km 15+700



Foto 10: Vista de inicio de trazo nuevo Km 17+010



Foto 11: Vista de inicio de trazo nuevo Km 22+480



Foto 12: Vista de zona arqueológica km 37+700



Foto 13: Vista de zona arqueológica km 37+700



Foto 14: Vista de fin de tramo vial - Crucero

