



**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
JORGE BASADRE**
SUB GERENCIA DE FORMULACION
DE PROYECTOS



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL

PARA EL PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

HANDASA GROUP S.R.L.
RUC: 20512109024

ING. GIOVANNI DEPTA LOSTAUNAU HUAR
GERENTE GENERAL

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP. N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRED-J

TACNA – PERÚ

2026

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE

Alcalde

Abog. Julio Víctor Dávalos Flores

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO:

Evaluador de Riesgo

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro, Ingeniero Civil
Resolución Jefatural N° 138-2018-CENEPRED-J





CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	5
INTRODUCCIÓN	6
1 ASPECTOS GENERALES.....	8
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1.2 FINALIDAD	8
1.3 JUSTIFICACION.....	8
1.4 EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA.....	9
1.4.1 EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA.....	9
1.5 ANTECEDENTES GENERALES Y ESPECIFICOS.....	9
1.6 MARCO NORMATIVO.....	14
2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.....	15
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	15
2.2 VIAS DE ACCESO	16
2.3 CARACTERISTICAS SOCIALES	17
2.3.1 POBLACION	17
2.3.2 VIVIENDA	18
2.3.3 SALUD	20
2.3.4 SERVICIO DE AGUA POTABLE	21
2.3.5 SERVICIO DE ALCANTARILLADO	22
2.3.6 SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA.....	23
2.3.7 EDUCACIÓN.....	24
2.4 CARACTERISTICAS ECONOMICAS.....	25
2.4.1 ZONAS PRODUCTIVAS DEL DISTRITO	25
2.4.2 ACTIVIDAD COMERCIAL.....	26
2.4.3 ACTIVIDAD TURÍSTICA	26
2.5 CARACTERISTICAS AMBIENTALES	26
2.6 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ZONA A EVALUAR	28
2.6.1 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL	28
2.6.2 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA LOCAL	29
2.6.3 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.....	34



2.6.4	CARACTERISTICAS GEODINAMICAS	40
2.6.5	CARACTERISTICAS FISICAS.....	41
2.6.6	UNIDADES HIDROGRÁFICAS	45
2.6.7	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	46
2.7	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN Y VÍAS DE ACCESO	49
3	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	53
3.1	METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO	53
3.2	RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION	55
3.3	IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR.....	57
3.4	IDENTIFICACION Y DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA ASOCIADA AL PELIGRO	57
3.5	PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE GEODINÁMICA EXTERNA: DESLIZAMIENTO	58
3.5.1	CARACTERISTICAS DEL PELIGRO	58
3.5.2	PARAMETROS DE EVALUACION	68
3.6	ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	71
3.6.1	DELIMITACION DE ELEMENTOS EXPUESTOS	71
3.7	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	73
3.7.1	FACTOR DESENCADENANTE	73
3.7.2	FACTORES CONDICIONANTES	77
3.8	MATRIZ DE PONDERACION DEL PELIGRO	82
3.9	DEFINICION DE ESCENARIOS.....	83
3.10	NIVELES DE PELIGRO.....	83
3.11	ESTRATIFICACION DEL PELIGRO.....	84
3.12	MAPA DE PELIGROSIDAD	85
4	ANALISIS DE VULNERABILIDAD.....	86
4.1	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	86
4.2	ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	87
4.2.1	EXPOSICIÓN.....	87
4.2.2	FRAGILIDAD.....	88
4.2.3	RESILIENCIA.....	88
4.3	DIMENSIONES PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD	88
4.3.1	DIMENSION ECONOMICA.....	89



4.3.2	DIMENSION SOCIAL.....	96
4.3.3	DIMENSION AMBIENTAL.....	102
4.4	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	107
4.5	NIVELES DE VULNERABILIDAD	108
4.6	MAPA DE VULNERABILIDAD	109
5	CALCULO DE RIESGOS	110
5.1	METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	110
5.1.1	NIVELES DE RIESGOS.....	112
5.1.2	MATRIZ DE RIESGO	112
5.2	ESTRATIFICACION DE RIESGO.....	113
5.3	MAPA DE RIESGO.....	115
5.4	CALCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES	116
5.5	CALCULO DE PROBABLES PERDIDAS	116
6	CONTROL DEL RIESGO	117
6.1	CONTROL DEL RIESGO	117
6.1.1	ACEPTABILIDAD O TOLERABILIDAD	117
6.2	COSTO EFICIENCIA.....	120
6.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.....	120
6.3.1	MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL.....	120
6.3.2	MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	121
7	CONCLUSIONES.....	122
8	RECOMENDACIONES	123
9	BIBLIOGRAFIA	124
10	PANEL FOTOGRÁFICO	125
11	LISTA DE TABLAS.....	129
12	LISTA DE FIGURAS	132
13	LISTA DE GRÁFICOS.....	133
14	LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	134
15	PLANOS.....	135



PRESENTACIÓN

El presente Estudio de Evaluación de Riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL corresponde al Proyecto de Inversión Pública (PIP) "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", cuyo propósito es garantizar la continuidad, calidad y cobertura del servicio de agua potable para la población del distrito de Locumba.

Este estudio constituye una herramienta técnica esencial para identificar, analizar y valorar el peligro sísmico asociado a procesos de Geodinámica Externa, así como la vulnerabilidad del área de intervención, con el fin de determinar los niveles de riesgo ante DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL. Sus resultados orientan la implementación de medidas estructurales y no estructurales que permitan reducir los impactos potenciales y fortalecer la gestión del riesgo en los tres niveles de gobierno.

El proyecto contempla la "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA" y se plantea la apertura de una vía que de acceso y brinde facilidades a los pobladores con la finalidad de poder trasladar sus productos a los mercados del distrito y la provincia, también servirá como un acceso secundario a la capital del Distrito Locumba.

En el contexto nacional, la vulnerabilidad ante desastres está influenciada por la deficiente gestión territorial, la calidad de las edificaciones, la falta de preparación de la población y la limitada protección de los medios de vida. Frente a ello, se requiere articular esfuerzos entre las autoridades, las entidades técnicas y la ciudadanía para promover una gestión integral del riesgo basada en la prevención y la reducción de la vulnerabilidad.

Finalmente, el presente informe proporciona las bases técnicas necesarias para formular acciones de reducción y/o mitigación del riesgo sísmico, orientadas a mejorar las condiciones estructurales del PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", fortalecer la capacidad de gestión local y asegurar la operatividad de la infraestructura, contribuyendo así a una mejor calidad de vida y resiliencia de la población beneficiaria del distrito de Locumba provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.



INTRODUCCIÓN

El Perú, al encontrarse en una región de alta actividad sísmica dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y en una zona subtropical bajo la Línea Ecuatorial, está expuesto a fenómenos como sismos, inundaciones y movimientos en masa. La vulnerabilidad se ha incrementado debido a la ocupación de zonas peligrosas y la insuficiente planificación del territorio.

El país experimenta una alta actividad sísmica debido a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, con un desplazamiento promedio de 7 a 8 centímetros por año (DeMets et al., 1980; Norabuena et al., 1999). Este proceso genera sismos de diversa magnitud y profundidad, resultado de la fricción entre ambas placas, la deformación superficial de la corteza y la actividad interna de la placa oceánica bajo la cordillera. El estudio de la distribución de estos eventos ha permitido identificar tres principales fuentes sismogénicas; a su vez, caracterizado por una geografía diversa y una variabilidad climática considerable, enfrenta también el riesgo de inundaciones pluviales, resultado de precipitaciones extremas, activaciones de quebradas y huaicos. Aun siendo Tacna una región tradicionalmente árida, ha registrado eventos pluviales intensos que han generado activación de quebradas y daños significativos.

El distrito de Locumba presenta un escenario de peligro crítico por movimientos en masa, específicamente deslizamientos, debido a la interacción de una geodinámica interna hiperactiva y factores externos hidrometeorológicos. La zona se caracteriza por laderas de fuerte pendiente compuestas por materiales aluviales y coluviales con baja cohesión, los cuales han sido históricamente debilitados por la constante actividad sísmica derivada de la subducción de la placa de Nazca. Esta fragilidad estructural se manifiesta ante la ocurrencia de precipitaciones anómalas, donde la saturación de los suelos reduce la resistencia al corte del terreno, superando el ángulo de reposo natural de los taludes. En consecuencia, las infraestructuras viales se encuentran en una situación de vulnerabilidad alta, donde la activación de deslizamientos no solo representa un riesgo para la transitabilidad, sino que actúa como un agente de obstrucción recurrente que impacta directamente en la seguridad física de los usuarios y la estabilidad económica de la provincia de Jorge Basadre.

El proyecto contempla la "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", y se plantea la apertura de una vía que de acceso y brinde facilidades a los pobladores con la finalidad de poder trasladar sus productos a los mercados del distrito y la provincia, también servirá como un acceso secundario a la capital del Distrito Locumba.

En el presente informe se expone información relacionada con el área de estudio en el contexto del riesgo de desastres. Se hace hincapié en la importancia del EVAR, el cual debe ser coordinado con los organismos nacionales, regionales y/o locales, con el propósito de desarrollar infraestructura y estrategias de comunicación con la comunidad, destinadas a la reducción y prevención del riesgo detectado.



Por ello, la responsabilidad y compromiso de los gobiernos locales y regionales hacer suyo el presente informe a fin de permitir una adecuada toma de decisiones en el marco del Decreto Supremo N°048-2011-PCM y su modificatoria según Decreto Supremo N.° 060-2024-PCM.

En este contexto, se detalla a continuación el contenido del presente estudio.

En el primer capítulo del presente estudio, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, finalidad y la justificación que motiva la elaboración de la Evaluación del Riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL.

En el segundo capítulo, se describe las características generales del ámbito del estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas y las características generales del área geográfica a evaluar, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su ámbito de estudio en función a sus factores de evaluación (Áreas de deslizamiento), condicionantes (Pendiente, Unidades Geomorfológicas y Unidades Geológicas) y desencadenantes (Magnitud de momento) para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro.

El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en las dimensiones sociales, económicas y ambientales. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: exposición, fragilidad y resiliencia, según corresponda, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL del ámbito de estudio y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo, plantear medidas estructurales y no estructurales para disminuir el nivel de riesgo, a fin de buscar el mecanismo de financiamiento para que el gobierno Local o gobierno regional ejecute los proyectos de inversión y/o Actividades propuestos en el ámbito del área de estudio.

En el séptimo y octavo numeral se exponen las conclusiones y recomendaciones del estudio de evaluación de riesgos ante fenómenos de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL resumiendo el resultado de los análisis de determinación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgos.

El presente estudio trata de determinar y establecer los niveles de riesgo, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL, aplicando los procedimientos basados en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, así como de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres aprobado con Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD.



1 ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVOS

Dentro de los objetivos del presente estudio se puede dividir en los siguientes tipos:

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de riesgo originado por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL del área de estudio del PIP denominado "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA".

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro al que está expuesto la zona de estudio, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad frente al peligro por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL y elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para la prevención y/o reducción del riesgo ante DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL.

1.2 FINALIDAD

Contribuir con un documento técnico, para identificar los niveles de riesgos de para el PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA" y para que se adopte las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastre en el marco de la ley que crea el sistema nacional de gestión de riesgo de desastres y normas complementarias para que pueda servir en la toma de decisiones y alcanzar la finalidad publica por la cual ha sido elaborada.

1.3 JUSTIFICACION

La presente evaluación de riesgos se justifica en la necesidad de contar con un documento técnico que permita identificar, analizar y representar los niveles de peligro, vulnerabilidad



y riesgo por deslizamiento traslacional del PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA". Esta información resulta fundamental para orientar la toma de decisiones de las autoridades locales y regionales en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), contribuyendo a la formulación e implementación de medidas estructurales y no estructurales que reduzcan la exposición de las viviendas y sus servicios básicos, fortalezcan la resiliencia comunitaria y garanticen la seguridad de la población. De esta manera, se busca prevenir y mitigar los impactos de futuros eventos sísmicos, asegurando el cumplimiento de la finalidad pública de proteger la vida y el patrimonio de los habitantes del área de estudio.

Asimismo, se busca determinar el nivel de vulnerabilidad del sistema propuesto frente al peligro de deslizamiento traslacional, con el fin de plantear medidas de prevención y reducción del riesgo que garanticen la seguridad de los servicios de transitabilidad vial interurbana. De igual modo, el estudio proporcionará la información técnica necesaria para sustentar la implementación de acciones enmarcadas en las normas del SINAGERD, permitiendo su incorporación al expediente técnico y asegurando la pertinencia de las medidas propuestas para la gestión del riesgo de desastres.

1.4 EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA.

1.4.1 EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA

El presente estudio de evaluación de riesgos se ha elaborado bajo un enfoque **semicuantitativo**, metodología que permite una valoración sistemática de los peligros y vulnerabilidades mediante la integración de datos técnicos y juicios de valor especializados. Al encontrarse el proyecto en la etapa de **preinversión**, el análisis utiliza información de estudios básicos —como el alineamiento preliminar y estudios de suelos iniciales— complementada con reportes oficiales de instituciones técnico-científicas nacionales. Esta escala de trabajo, aunque no detallada a nivel de ejecución, garantiza la utilidad del informe para la toma de decisiones, concluyendo que la caracterización del riesgo por deslizamiento en el distrito de Locumba posee un rigor **semicuantitativo** suficiente para sustentar la viabilidad técnica y seguridad del proyecto vial.

1.5 ANTECEDENTES GENERALES Y ESPECIFICOS

La sismicidad en el Perú está determinada por la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, frente a la costa del país, constituyendo la principal fuente de eventos sísmicos. Asimismo, la deformación cortical representa una segunda fuente sismogénica,



generando sismos en los bordes de la Cordillera Andina y la zona subandina, hasta desaparecer en la llanura amazónica (Tavera, 2014b).

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) clasifica los sismos según su profundidad focal en superficiales, intermedios y profundos. Los superficiales se encuentran a lo largo de la fosa peruano-chilena, desde Tumbes hasta Tacna. Los intermedios se concentran en tres sectores: un área paralela a la costa al sur de los 8° de latitud Sur, otra en la zona subandina del noreste y una tercera en la región sur. Los profundos se alinean en la frontera con Brasil y en la frontera con Bolivia, siendo su origen aún objeto de investigación (Tavera, 2014b, 2020).

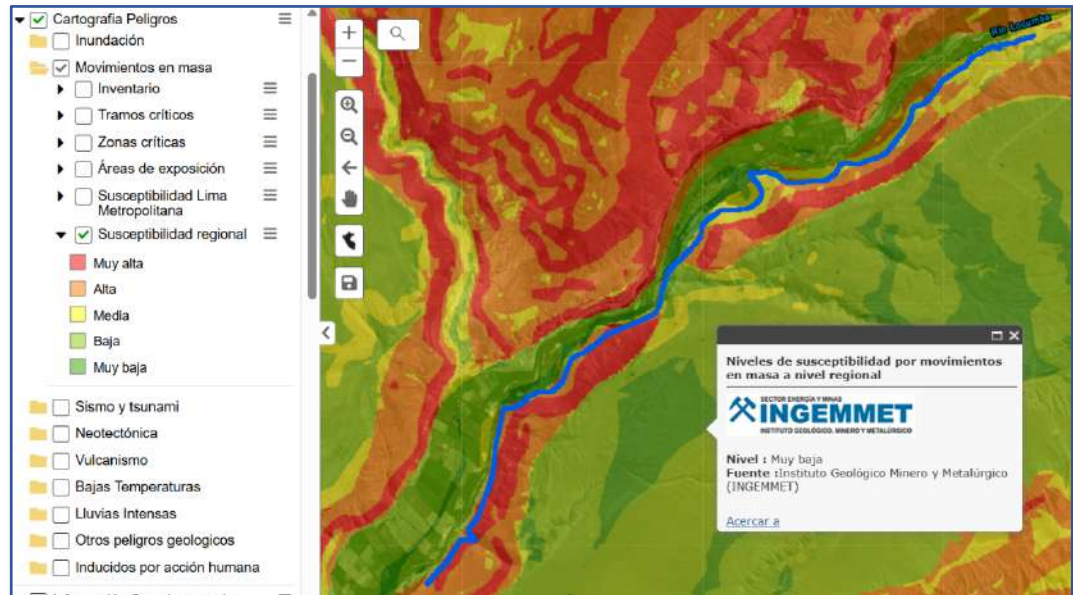
En la región sur del Perú, los sismos de gran magnitud ocurrieron en los años 1604 (M8.5), 1868 (M8.8) y recientemente, el sismo del 2001 (M8.2) que produjeron daños importantes en personas e infraestructuras de las actuales regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna. En la región centro, el sismo de mayor magnitud ocurrió en el año 1746 (M9.0), seguido de otros en los años 1940 (M7.8), 1942 (M8.0), 1966 (M7.8), 1970 (M7.7), 1974 (M7.7) y 2007 (M8.0) que afectaron a las actuales regiones de Ica, Lima y Ancash. Para la región norte, no existe mayor información sobre la ocurrencia de sismos de gran magnitud, pero muchos investigadores consideran al sismo ocurrido en el año 1619 (M8.0) como el más importante en esta región (Tavera, 2014b, 2017a, 2020).

Registro de precipitaciones del SENAMHI que ha establecido los Umbrales de precipitación para las estaciones meteorológicas de la Región de Tacna, donde se puede apreciar las estaciones meteorológicas, donde la estación de Jorge Basadre registra para el Umbral calculado > 5.0 mm como Extremadamente Lluvioso.

Asimismo, a través de la plataforma SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/home>) y su herramienta 'Cartografía de peligros', se revisó espacialmente los peligros en la zona del área de estudio. A continuación, se hace presente los resultados de la búsqueda realizada:

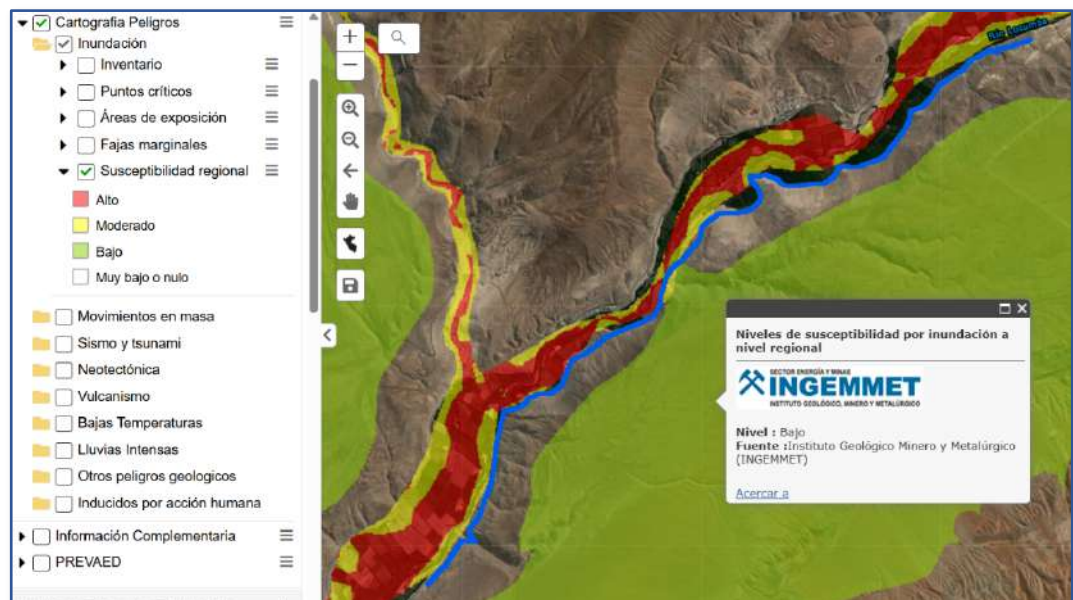


Figura 1 - Cartografía de peligros por Movimientos en masa, Niveles medios, altos y muy altos



Fuente: SIGRID

Figura 2 - Cartografía de peligros por Inundación, Nivel moderado



Fuente: SIGRID

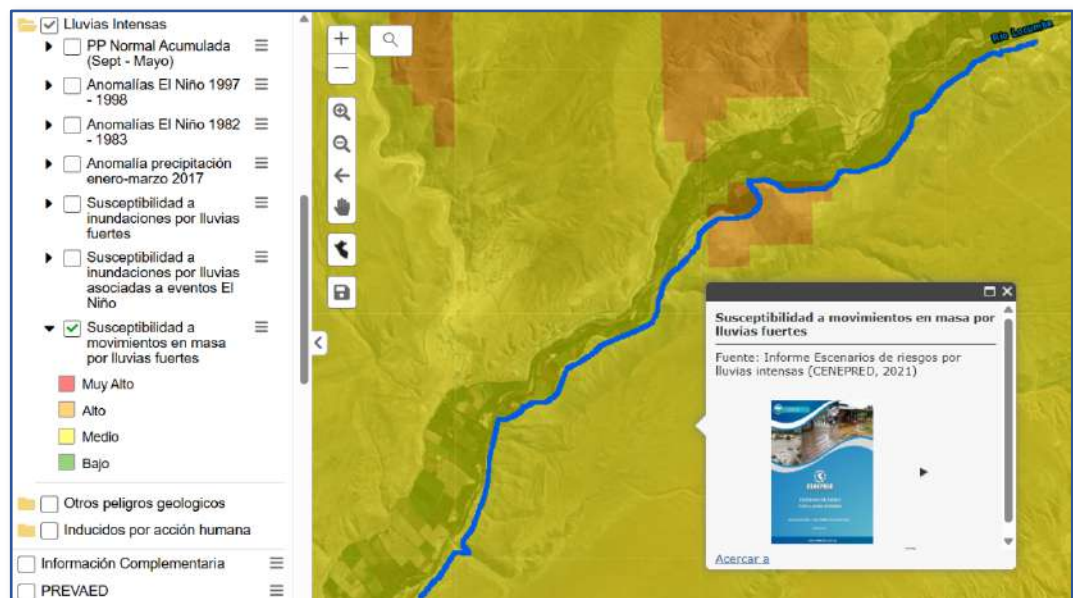


Figura 3 - Susceptibilidad a Inundaciones por lluvias fuertes – Nivel Bajo y Medio



Fuente: SIGRID

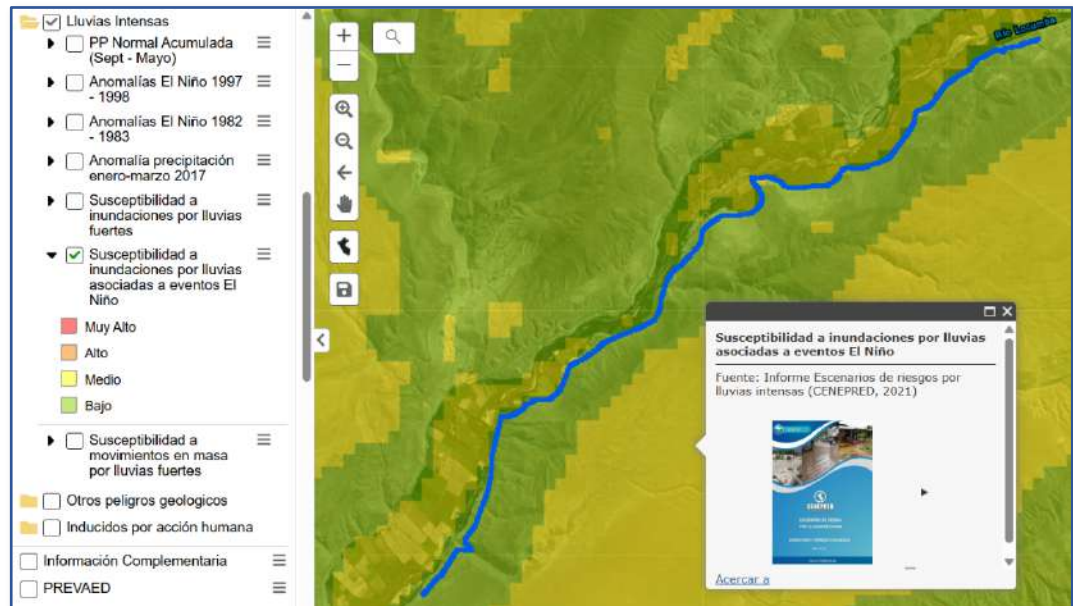
Figura 4 - Susceptibilidad a Movimiento de masas por lluvias fuertes – Nivel medio



Fuente: SIGRID

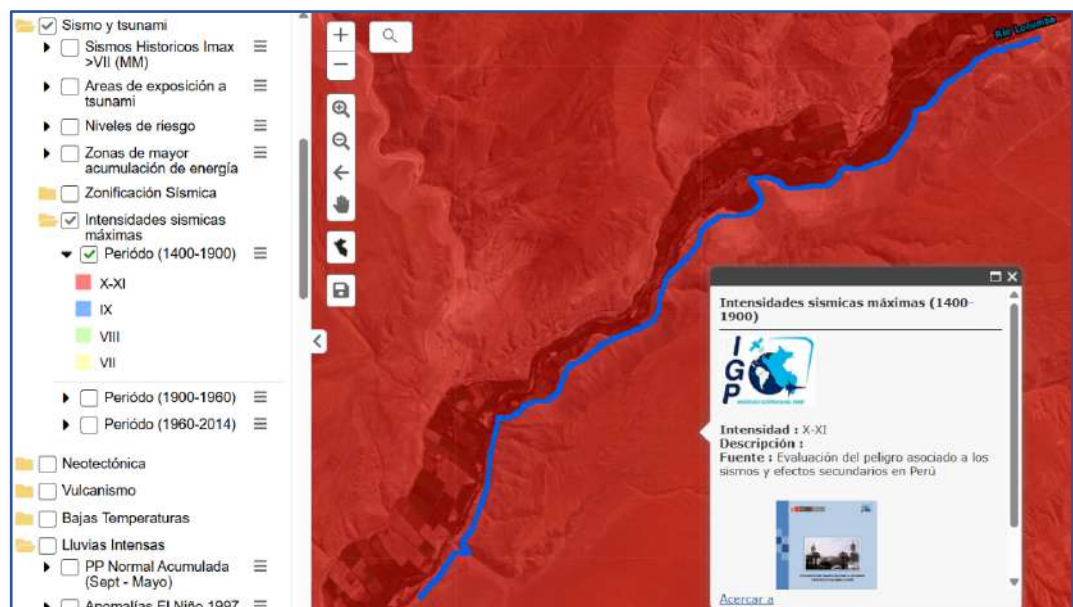


Figura 5 - Cartografía de susceptibilidad inundaciones por lluvias asociadas a eventos del niño, Niveles bajos y medios



Fuente: SIGRID

Figura 6 - Cartografía de intensidades sísmicas máximas (1400-1900), Nivel VII en la escala de Mercalli



Fuente: SIGRID



1.6 MARCO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú (Art. N 1 y 2)
- Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Ley N° 27867 Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Resolución Jefatural N°112–2014– CENEPRED/J que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales" 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N.º 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N.º 038-2021-PCM - Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM - Aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD 2022-2030).
- 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.
- Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD que Aprueban los "Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres".



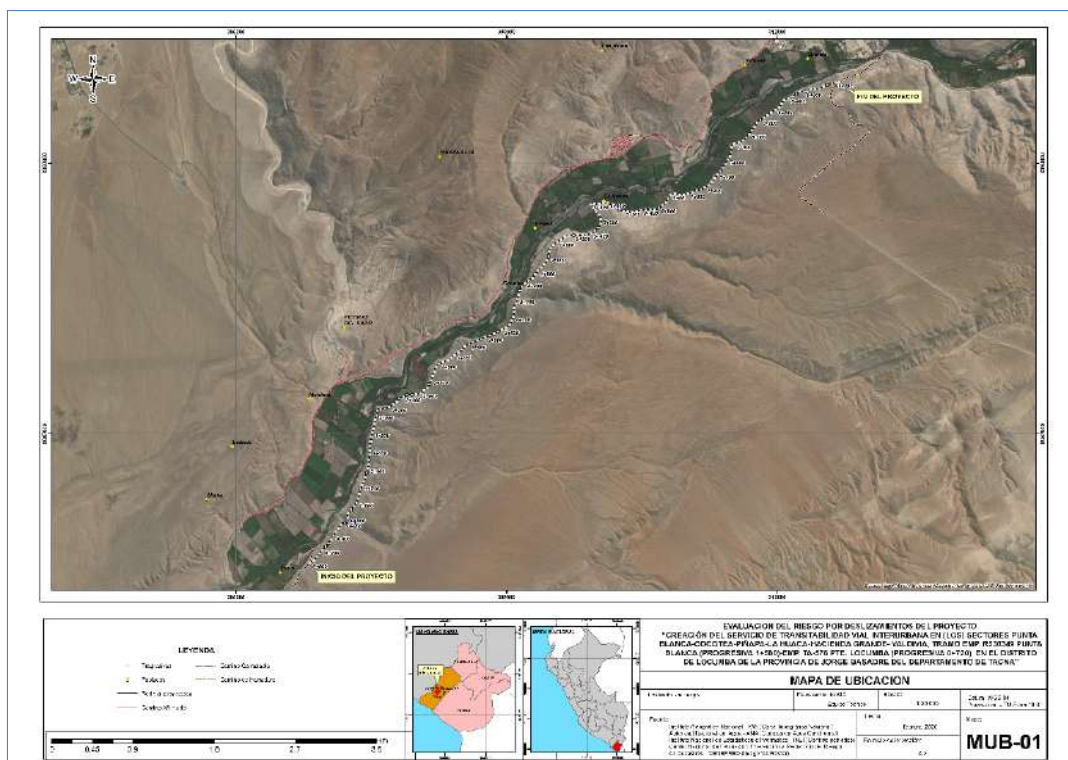
2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio del PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", tiene la siguiente ubicación geográfica.

Departamento : Tacna
Provincia : Jorge Basadre
Distrito : Locumba
Localidad : Sectores Punta Blanca - Cocotea - Piñapa - La Huaca - Hacienda Grande – Valdivia

Figura 7 - Mapa de Ubicación



Fuente: Elaboración propia

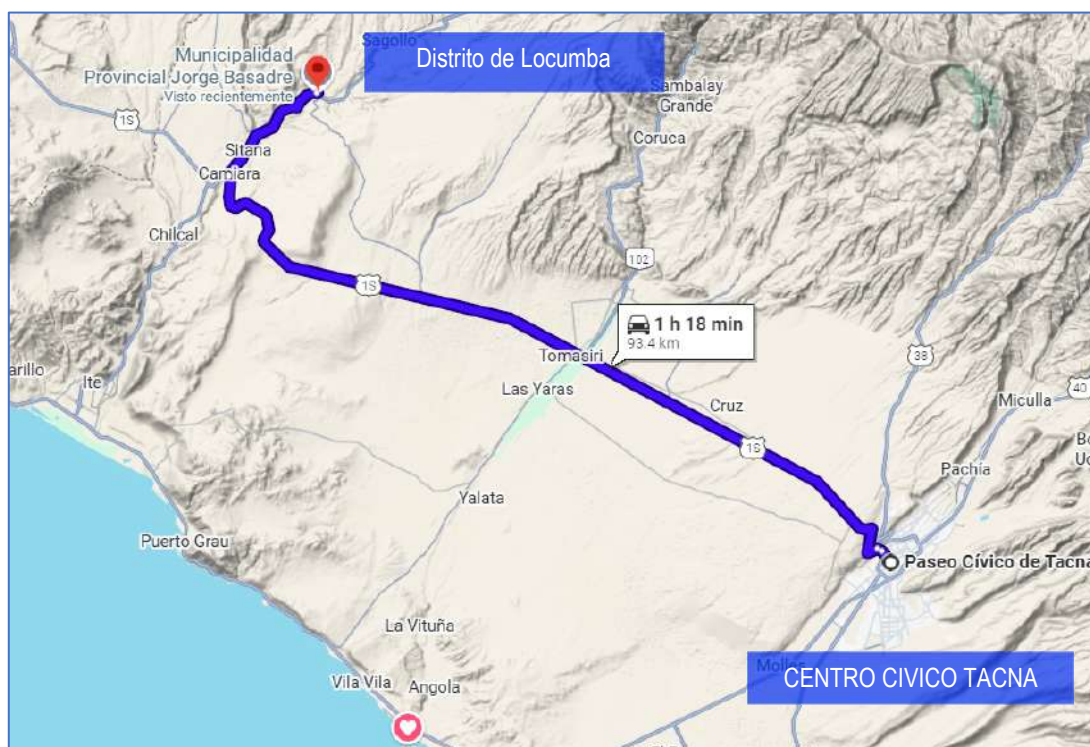


2.2 VIAS DE ACCESO

El PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA" se ubica en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.

Para traslado vía terrestre desde la ciudad de Tacna, hacia la zona de intervención del proyecto, necesariamente se tendrá hacer uso de la carretera Panamericana Sur hasta la Ruta vecinal de ingreso a Locumba, hasta llegar al sector de Locumba donde es la meta final a empalmar antes de puente viejo, para recorrido de hasta 1. Hora con 18 minutos. Para todos los casos las vías están pavimentadas con asfalto en caliente.

Figura 8 - Vía de acceso al área de estudio en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;



Fuente: Google maps.



2.3 CARACTERISTICAS SOCIALES

2.3.1 POBLACION

Según los resultados definitivos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el distrito de Locumba, perteneciente a la región Tacna, registra una población total de 2 256 habitantes. Del total poblacional, el 51,37 % corresponde a hombres, lo que equivale a 1 159 personas, mientras que el 48,63 % está conformado por mujeres, representando 1 097 habitantes.

Tabla 1: Población total y según genero del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

SEXO	POBLACION TOTAL	PORCENTAJE
HOMBRES	1 159	51.37 %
MUJERES	1 097	48.63 %
TOTAL DE POBLACION	2 256	100.00 %

Fuente: INEI 2017

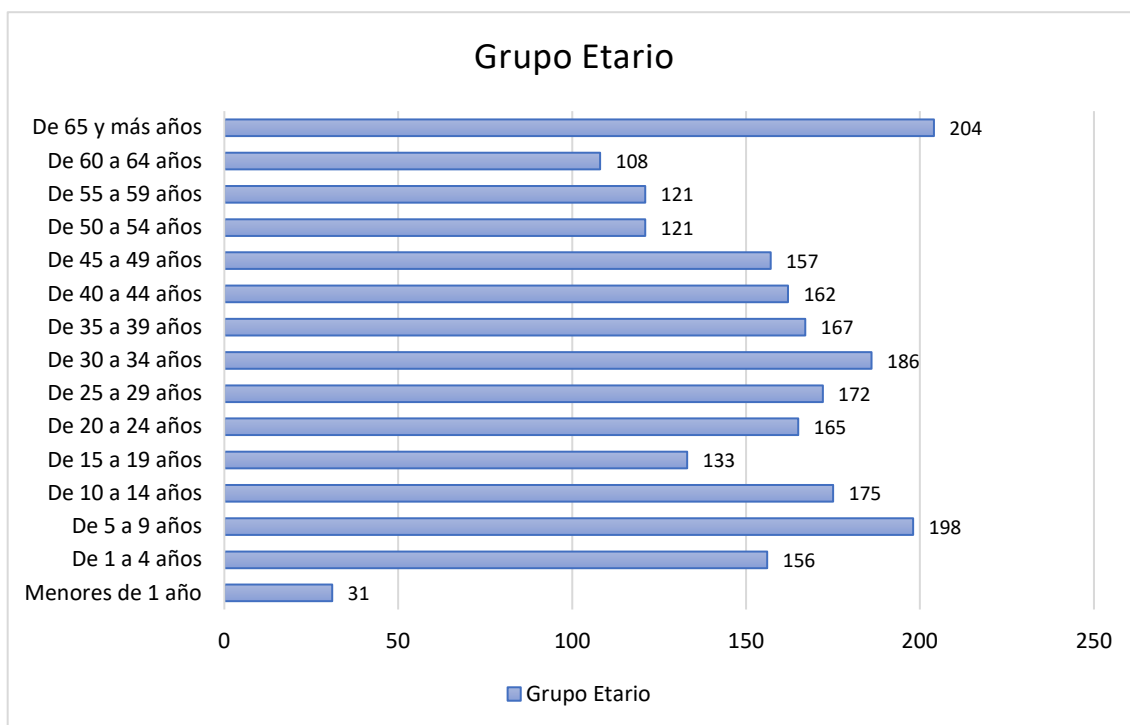
Tabla 2: Población según grupos de edades del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

GRUPO ETARIO	TOTAL	POBLACION	
		HOMBRE	MUJER
DISTRITO LOCUMBA	2 256	1 159	1 097
Menores de 1 año	31	17	14
De 1 a 4 años	156	80	76
De 5 a 9 años	198	94	104
De 10 a 14 años	175	90	85
De 15 a 19 años	133	64	69
De 20 a 24 años	165	80	85
De 25 a 29 años	172	81	91
De 30 a 34 años	186	88	98
De 35 a 39 años	167	86	81
De 40 a 44 años	162	90	72
De 45 a 49 años	157	85	72
De 50 a 54 años	121	65	56
De 55 a 59 años	121	65	56
De 60 a 64 años	108	58	50
De 65 y más años	204	116	88

Fuente: INEI 2017



Gráfico 1 - Población según grupos de edades del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;



Fuente: INEI 2017

2.3.2 VIVIENDA

De acuerdo con los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el distrito de Locumba se registran un total de 1 540 viviendas. Predomina ampliamente la casa independiente, con 1 450 unidades, lo que representa la forma de vivienda más común en el distrito. En menor proporción se identifican viviendas de tipo choza o cabaña (46) y viviendas improvisadas (42), mientras que los departamentos en edificio y los locales no destinados originalmente para habitación humana presentan una presencia mínima, con solo una unidad cada uno.

Tabla 3: Tipo de Vivienda

Tipo de Vivienda	Total
Casa independiente	1 450
Departamento en edificio	1
Choza o cabaña	46
Vivienda improvisada	42
Local no dest. para hab. humana	1
Casa independiente	1 450
Total	1 540

Fuente : INEI 2017



En relación con el material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas del distrito de Locumba, según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se observa que el material más representativo es la tapia, la cual concentra el 55,24 % del total de viviendas censadas, lo que evidencia el uso de técnicas tradicionales de construcción. Asimismo, el triplay, calamina o estera representa el 12,59 %, seguido por las viviendas construidas con ladrillo o bloque de cemento, que alcanzan también el 12,59 %. En menor proporción se encuentran aquellas edificadas con quincha (caña con barro), con un 9,67 %, y adobe, con un 3,26 %.

Tabla 4: Material de construcción predominante de paredes

Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda	Cantidad	%
Ladrillo o bloque de cemento	195	12.59%
Piedra o sillar con cal o cemento	-	4.31%
Adobe	57	3.26%
Tapia	-	55.24%
Quincha (caña con barro)	51	9.67%
Piedra con barro	-	14.69%
Madera (pona, tornillo, etc.)	165	0.23%
Triplay / calamina / estera	390	12.59%
Otro material 1/	-	4.31%
TOTAL	858	100.00%

Fuente: INEI 2017

Respecto al material de construcción predominante en los techos de las viviendas del distrito de Locumba, según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se identifica que la mayor proporción corresponde a **planchas de calamina, fibra de cemento o materiales similares**, las cuales representan el **55,24 %** del total de viviendas. En segundo lugar, se encuentran los techos construidos con **triplay, estera o carrizo**, que alcanzan el **14,69 %**, seguidos por el **concreto armado**, con un **12,59 %**. Asimismo, el uso de **caña o estera con torta de barro o cemento** representa el **9,67 %**, mientras que materiales como la **madera** (4,31 %), las **tejas** (3,26 %) y la **paja u hojas de palmera** (0,23 %) presentan una participación reducida.



Tabla 5: Material predominante de construcción de techos

Material de construcción predominante en los techos de la vivienda	Cantidad	%
Concreto armado	108	12.59%
Madera	37	4.31%
Tejas	28	3.26%
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	474	55.24%
Caña o estera con torta de barro o cemento	83	9.67%
Triplay / estera / carrizo	126	14.69%
Paja, hoja de palmera y similares	2	0.23%
Otro material 1/	-	12.59%
TOTAL	858	100.00%

Fuente : INEI 2017

2.3.3 SALUD

En cuanto al tipo de seguro de salud de la población del distrito de Locumba, según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se observa que un 41,71 % de la población, equivalente a 941 personas, no cuenta con ningún tipo de seguro de salud, lo que representa el grupo más numeroso. Por otro lado, el Seguro Integral de Salud (SIS) cubre a 762 habitantes, correspondiente al 33,78 %, mientras que ESSALUD afilia a 488 personas, representando el 21,63 % del total poblacional. En proporciones menores se encuentran los seguros de las Fuerzas Armadas o Policiales (1,11 %), los seguros privados de salud (1,24 %) y otros tipos de seguro (0,71 %).

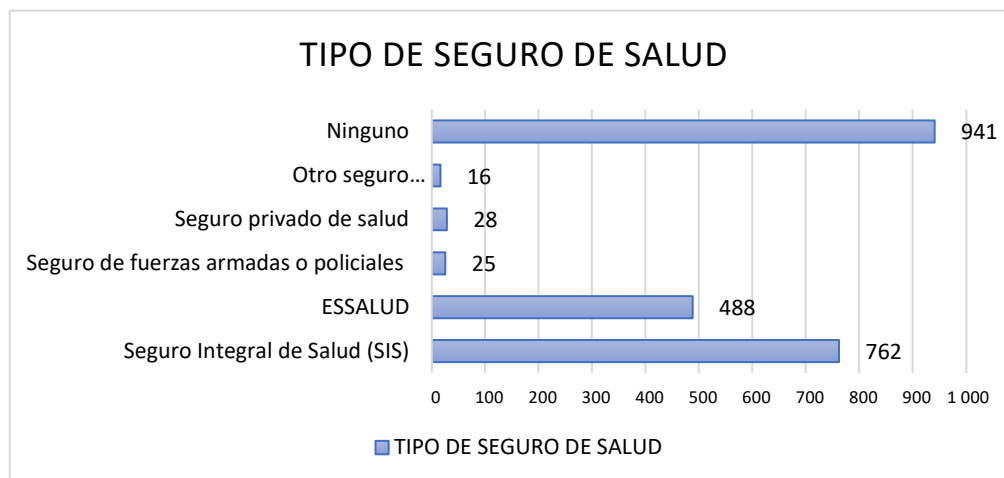
Tabla 6: Tipo de seguro de salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.

TIPO DE SEGURO DE SALUD	POBLACIÓN	%
Seguro Integral de Salud (SIS)	762	33.78%
ESSALUD	488	21.63%
Seguro de fuerzas armadas o policiales	25	1.11%
Seguro privado de salud	28	1.24%
Otro seguro 1/	16	0.71%
Ninguno	941	41.71%
TOTAL	2 256	100.00%

Fuente: INEI 2017



Gráfico 2 - Tipo de seguro de salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.



Fuente: INEI 2017

2.3.4 SERVICIO DE AGUA POTABLE

En relación con el abastecimiento de agua en las viviendas del distrito de Locumba, según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se evidencia que la principal fuente de suministro es la red pública dentro de la vivienda, la cual abastece a 691 viviendas, equivalente al 80,54 % del total. En menor proporción, el 7,11 % de las viviendas se abastece mediante pilón o pileta de uso público, seguido por el camión cisterna u otro similar con 5,71 %, y el uso de pozos, que representa el 4,78 %. Asimismo, un reducido número de viviendas obtiene el agua de ríos, acequias, lagos o lagunas (0,58 %) o mediante otras fuentes alternativas (0,23 %).

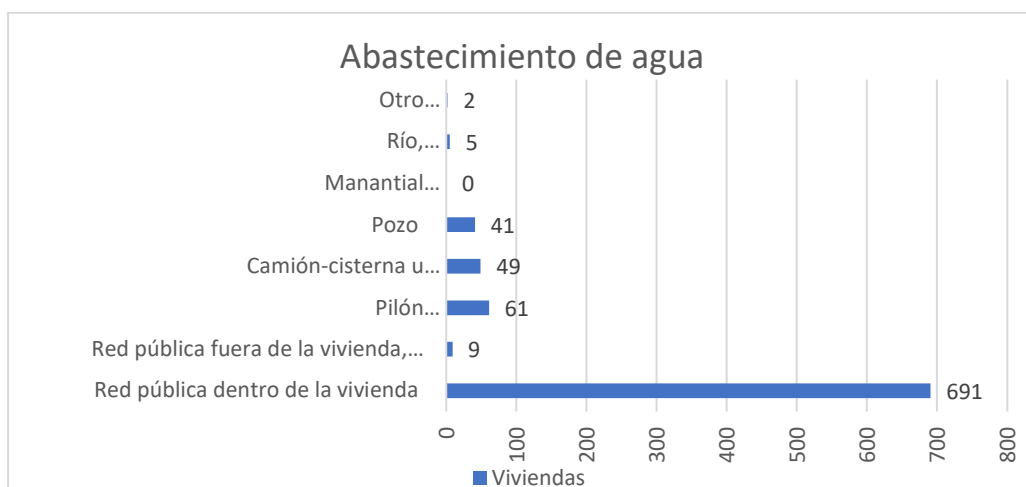
Tabla 7: Población según tipo de servicio de agua potable del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

Abastecimiento de Agua	Viviendas	%
Red pública dentro de la vivienda	691	80.54%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	9	1.05%
Pilón o pileta de uso público	61	7.11%
Camion-cisterna u otro cimlar	49	5.71%
Pozo	41	4.78%
Manantial o puquio	-	0.00%
Río, acequia, lago, laguna	5	0.58%
Otro 1/	2	0.23%
TOTAL	858	100.00%

Fuente: INEI 2017



Gráfico 3 - Población según tipo de servicio de agua potable del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.



Fuente: INEI 2017

2.3.5 SERVICIO DE ALCANTARILLADO

Respecto al servicio de alcantarillado en las viviendas del distrito de Locumba, según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se observa que 547 viviendas, equivalentes al 63,75 %, cuentan con red pública de desagüe dentro de la vivienda, constituyéndose como la forma de disposición sanitaria predominante. Asimismo, el 2,10 % dispone de red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación. No obstante, una proporción significativa de viviendas utiliza sistemas alternativos de eliminación de excretas, tales como letrinas (9,32 %), pozos sépticos, tanques sépticos o biodigestores (6,18 %) y pozos ciegos o negros (6,18 %). Adicionalmente, el 10,14 % de las viviendas realiza la disposición de excretas en campo abierto o al aire libre, mientras que un 0,93 % lo hace en ríos, acequias o canales.

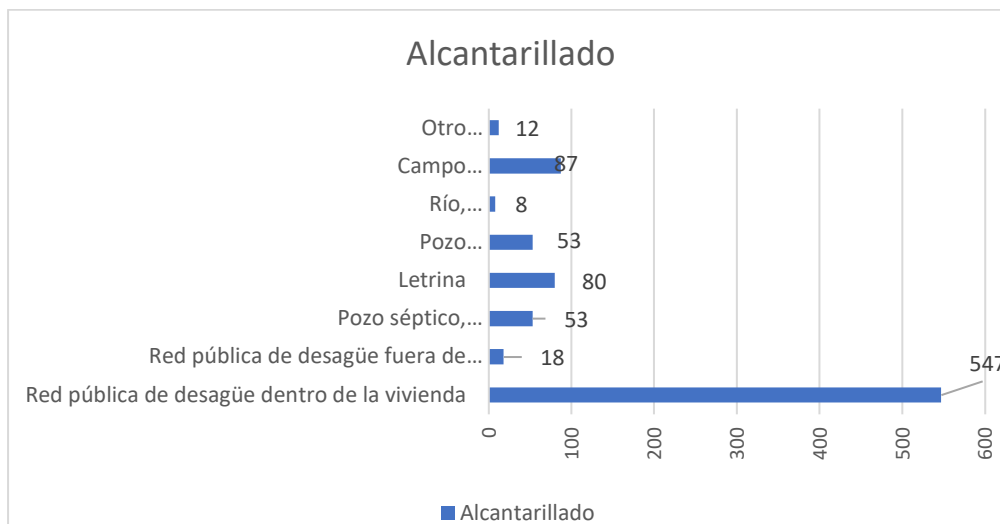
Tabla 8: Población según tipo de servicio de alcantarillado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.

Alcantarillado	Viviendas	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	547	63.75%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	18	2.10%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	53	6.18%
Letrina	80	9.32%
Pozo ciego o negro	53	6.18%
Río, acequia, canal o similar	8	0.93%
Campo abierto o al aire libre	87	10.14%
Otro 1/	12	1.40%
TOTAL	858	100.00%

Fuente: INEI 2017



Gráfico 4 - Población según tipo de servicio de alcantarillado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;



Fuente: INEI 2017

2.3.6 SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA

En cuanto al acceso al servicio de alumbrado eléctrico por red pública en las viviendas del distrito de Locumba, según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se registra que 685 viviendas, equivalentes al 79,84 %, disponen de este servicio. No obstante, 173 viviendas, que representan el 20,16 % del total, no cuentan con alumbrado eléctrico por red pública.

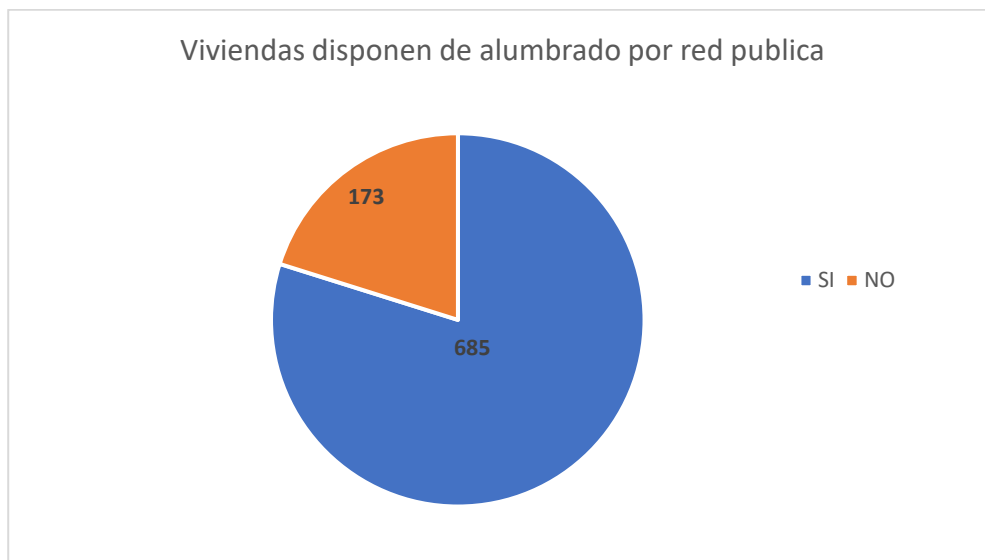
Tabla 9: Población que cuenta con alumbrado eléctrico por red pública del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	Viviendas	%
SI	685	79.84%
NO	173	20.16%
TOTAL	858	100.00%

Fuente: INEI 2017



Gráfico 5 - Población que cuenta con alumbrado eléctrico por red pública del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;



Fuente: INEI 2017

2.3.7 EDUCACIÓN

En relación con el nivel educativo alcanzado por la población del distrito de Locumba, según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se observa que el mayor porcentaje de habitantes cuenta con educación secundaria, alcanzando el 39,04 % de la población, equivalente a 841 personas. Le sigue la educación primaria, con 609 personas que representan el 28,27 %. Asimismo, un 5,29 % de la población no cuenta con ningún nivel educativo, mientras que el 5,01 % ha alcanzado el nivel inicial. En cuanto a la educación superior, el 7,34 % posee estudios superiores no universitarios completos y el 6,50 % cuenta con educación universitaria completa; en tanto, el 2,88 % y el 5,15 % presentan estudios universitarios y no universitarios incompletos, respectivamente. Finalmente, un reducido 0,51 % de la población ha alcanzado el grado de maestría.

Tabla 10: Población según nivel educativo alcanzado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

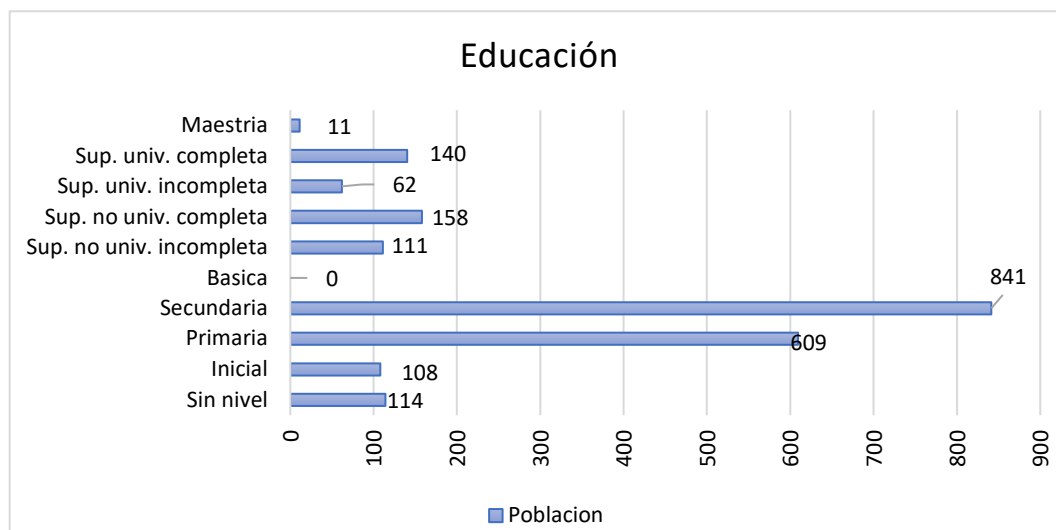
Nivel educativo alcanzado	Población	%
Sin nivel	114	5.29%
Inicial	108	5.01%
Primaria	609	28.27%
Secundaria	841	39.04%
Basica especial	0	0.00%
Sup. no univ. incompleta	111	5.15%
Sup. no univ. completa	158	7.34%



Sup. univ. incompleta	62	2.88%
Sup. univ. completa	140	6.50%
Maestria	11	0.51%
TOTAL	2 154	100.00%

Fuente: INEI 2017

Gráfico 6 - Población según nivel educativo alcanzado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;



Fuente: INEI 2017

2.4 CARACTERISTICAS ECONOMICAS

2.4.1 ZONAS PRODUCTIVAS DEL DISTRITO

Pampa Sitana

Zona de producción recientemente constituida, cuenta con 2,880 ha de las cuales solo tiene bajo riego y en producción 471.5 ha, sus principales cultivos son alfalfa, maíz, orégano este último el mayor valor productivo y es comercializado en Tacna.

Su fortaleza, es la organización de los pobladores de la zona han logrado la titulación de sus terrenos urbanos, y licencia de uso de agua (de filtraciones de los relaves de Toquepala).

Su debilidad es que su producción es limitada y debiera estar orientada a cultivos de tallo alto, flores etc. por las características del agua, el mismo que podría estar poniendo en riesgo la comercialización de los actuales cultivos.



Valle de Locumba

Es el espacio productivo de mayor importancia para el distrito y la ciudad de Locumba cuenta con 1,453 ha. sus principales productos son la alfalfa, maíz, cebolla, ají, entre otros.

El área de producción agrícola por encontrarse a los márgenes del río Locumba, es vulnerable a la erosión por los desbordes del río en épocas de lluvia, el mismo que ocasionan pérdidas económicas.

Como cuenca estamos sujetos al abastecimiento del recurso hídrico de la laguna de Aricota, fuente natural, el mismo que es propenso a desabastecerse y poner en riesgo la supervivencia de toda especie en los valles de Locumba e Ite. (Fuente : PDUL).

2.4.2 ACTIVIDAD COMERCIAL

La actividad comercial en la zona urbana de Locumba es de pequeña escala, la cual se ha visto dinamizada por el impacto de las inversiones de la Municipalidad, que ha hecho que se incremente el flujo de trabajadores de las distintas zonas de la provincia como de nivel regional. Este fenómeno ha incrementado la demanda de restaurantes, hospedajes, tiendas de abarrotes, servicio de transporte, etc. El 12% de la población está ocupada en estas actividades; existen 32 establecimientos diversos.

2.4.3 ACTIVIDAD TURÍSTICA

El turismo es la actividad económica denominada la "Industria sin Chimenea" en donde el hombre y la naturaleza ofrecen sus obras y atractivos naturales, culturales para su propio relajamiento y recreación; En el distrito de Locumba y en especial la ciudad Villa Locumba, el mayor potencial es el turismo religioso.

2.5 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

EL Plan de Desarrollo Urbano de Locumba 2012 – 2021, aprobado con Ordenanza Municipal Nro 018-2012-A/MPJB, del 10/12/2012, en el rubro 3.3 Situación Ambiental Físico Espacial establece en su ítem 3.3.12 GEODINAMICA EXTERNA Y VULNERABILIDADES, la siguiente información. Si bien la información data de hace más de 10 años, los agentes naturales se mantienen y perduran en el tiempo y están en función a los agentes o fenómenos naturales que se pretende identificar para prevenir, de allí la información antecesora es muy importante para definir políticas de prevención para la reducción del riesgo.

En temas ambientales, está ligada al avance del desarrollo antrópico el cual permite que se generen nuevos focos de contaminación en zona de interés del ser humano; para el presente proyecto de sector transportes y comunicaciones orientado a definir un trazo que permita solucionar las necesidades sociales para su desarrollo, los mismos se plasman en políticas de gestión de las entidades competentes, para esto se debe tener muy en cuenta lo siguiente:



Síntesis Ambiental.

- a) Deterioro de Ecosistemas de matorral riverero.
- b) Perdidas de suelos agrícolas.
- c) Peligro de zonas de inundación.
- d) Contaminación de agua del Rio Locumba.
- e) Contaminación de Residuos solidos.
- f) Zona de Riesgo de desprendimiento.
- g) Riesgo de Contaminación por relaves mineros en Pampa Sitana.

De la síntesis ambiental, lo más destacado orientado al proyecto, contrastado con la vista d campo se ha identificado el ítem f) Zona de desprendimiento, la misma que si bien no es un factor descontaminante es un potencial agente de movimiento en masa, y es muy susceptible a peligros sísmicos y movimiento en masa muy vulnerable a desencadenar en deslizamiento y/o desprendimiento, como señala.

En conclusión, luego de análisis realizado se concluye que en la zona de intervención del proyecto específicamente en el trazo proyectado actualmente no evidencia agentes contaminantes que afectan directamente su intervención, salvo en la etapa de ejecución y etapa de operación del proyecto podría.

Figura 9 - Valle de Locumba.



Fuente: Foto muestra el valle de Locumba a la margen izquierda del valle se proyecta la creación de vía interurbana.



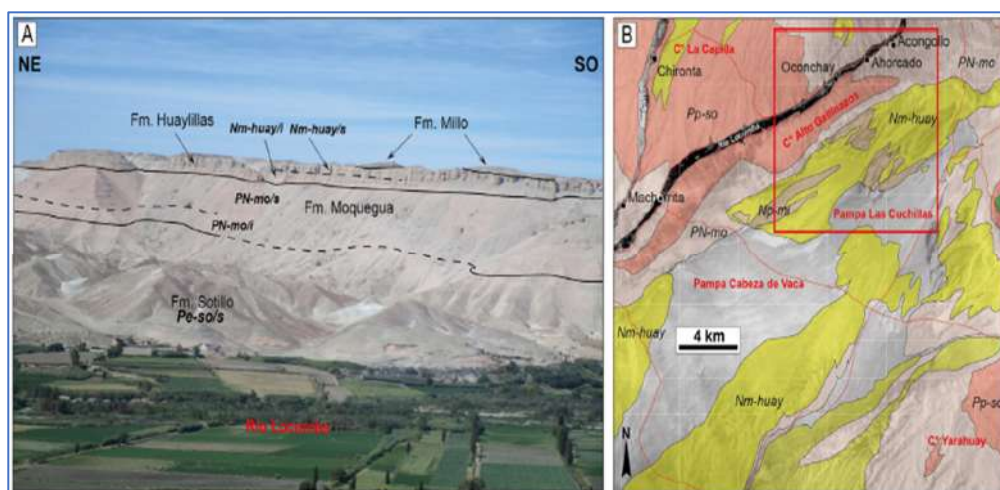
2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR

2.6.1 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA REGIONAL

2.6.1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Teniendo como referencia la Carta Geológica del Cuadrángulo de Locumba (hojas 36u1, 36u2, 36u3, 36u4) (INGEMMET, 2021). El marco estratigráfico se divide en tres partes: Mesozoico conformado por el Grupo Toquepala (Cretácico Superior); Cenozoico conformado por la Formación Sotillo, Formación Moquegua, Formación Huayllillas y la Formación Millo; entre depósitos cuaternarios.

Figura 10 - Mapa Geológico de la sección 36u1



Fuente: INGEMMET, 2021

En la Figura anterior se muestran los afloramientos del cerro Alto Gallinazos (parte norte de la hoja 36u1). A) divisiones estratigráficas de las rocas cenozoicas en el cerro Alto Gallinazos; b) en marco rojo, se indica el área que fue sujeto a actualización geológica.

2.6.1.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La configuración geomorfológica de la región Tacna está relacionada con los procesos geológicos, el relieve y la variedad de microclimas asociados a su territorio. Asimismo, se encuentran unidades geomorfológicas regional como relieves de colinas y lomadas, depósitos antrópicos, entre otras unidades representativas de una zona de valle como lo es Locumba.



2.6.2 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA LOCAL

2.6.2.1 GEOLOGÍA LOCAL

DEPOSITO RELLENO (Qh-re)

Se encuentra conformados por material de corte y relleno que fue empleado para nivelar algunas zonas para futuras construcciones u ocupaciones.

DEPOSITO ANTROPOGENICO (Qh-an)

Dentro de este tipo de depósitos están incluidos aquellos depósitos generados por el hombre sin intervención de procesos de transformación industrial. Estos depósitos se encuentran ubicados en la localidad de Locumba y alrededores, se encuentran conformados por desmontes y basurales.

DEPOSITO COLUVIAL (Qh-co)

Estos depósitos se forman en zonas de pendientes medias a elevadas, se compone de arenas transportadas por el viento, material gravoso, etc. Se encuentran presentes cerca a la zona de propuesta de la red vial proyectada, en zonas de laderas del valle de Locumba.

DEPOSITO ALUVIAL (Qh-al)

En la margen izquierda del valle de Locumba se puede apreciar claramente como terrazas colgadas, unidades de depósitos aluviales muy antiguos y sobre los cuales se fueron asentando parte del casco urbano de la Ciudad de Locumba.

Esta unidad es compuesta por guijarros dispersos con una matriz de arena gruesa cementada de tonalidad gris verdosa. Asimismo, se tienen otras áreas aluviales antiguos que presentan gravas de guijarros con relleno areno limosos y bloques aislados.

DEPOSITOS FLUVIALES (Qh-fl)

Dentro de estos depósitos cuaternarios consideramos aquellos formados por las corrientes de agua de los ríos. Están conformados por fragmentos rocosos (arenas, cantos, bloques, etc.) transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias en los fondos de los valles y depositados en forma de terrazas o playas.

DEPOSITOS FLUVIO-ALUVIAL (Qh-fl_al)

Son formados de los periodos de crecida del rio, en eventos de lluvias, el cual desborda el cauce inundando sus márgenes. Los sedimentos están formados por arenas finas,



limos y arcillas cremas. Estos depósitos son antiguos cuando la zona de valle probablemente no tenía población.

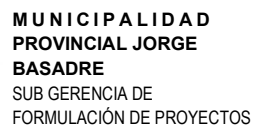
FORMACION MOQUEGUA (PN-mo)

Formación Moquegua Inferior (PN-mo_i)

Esta compuesta principalmente por conglomerados de color gris claro a parduzco y areniscas, con intercalaciones de arcillas, puede ser apreciable en algunos casos niveles de tobas o de material de origen volcánico. Asimismo, gran parte de la red vial proyectada se encuentra sobre esta formación; por lo cual es necesario que al momento de la construcción de la vía se considere estudios de estabilidad de taludes y demás.

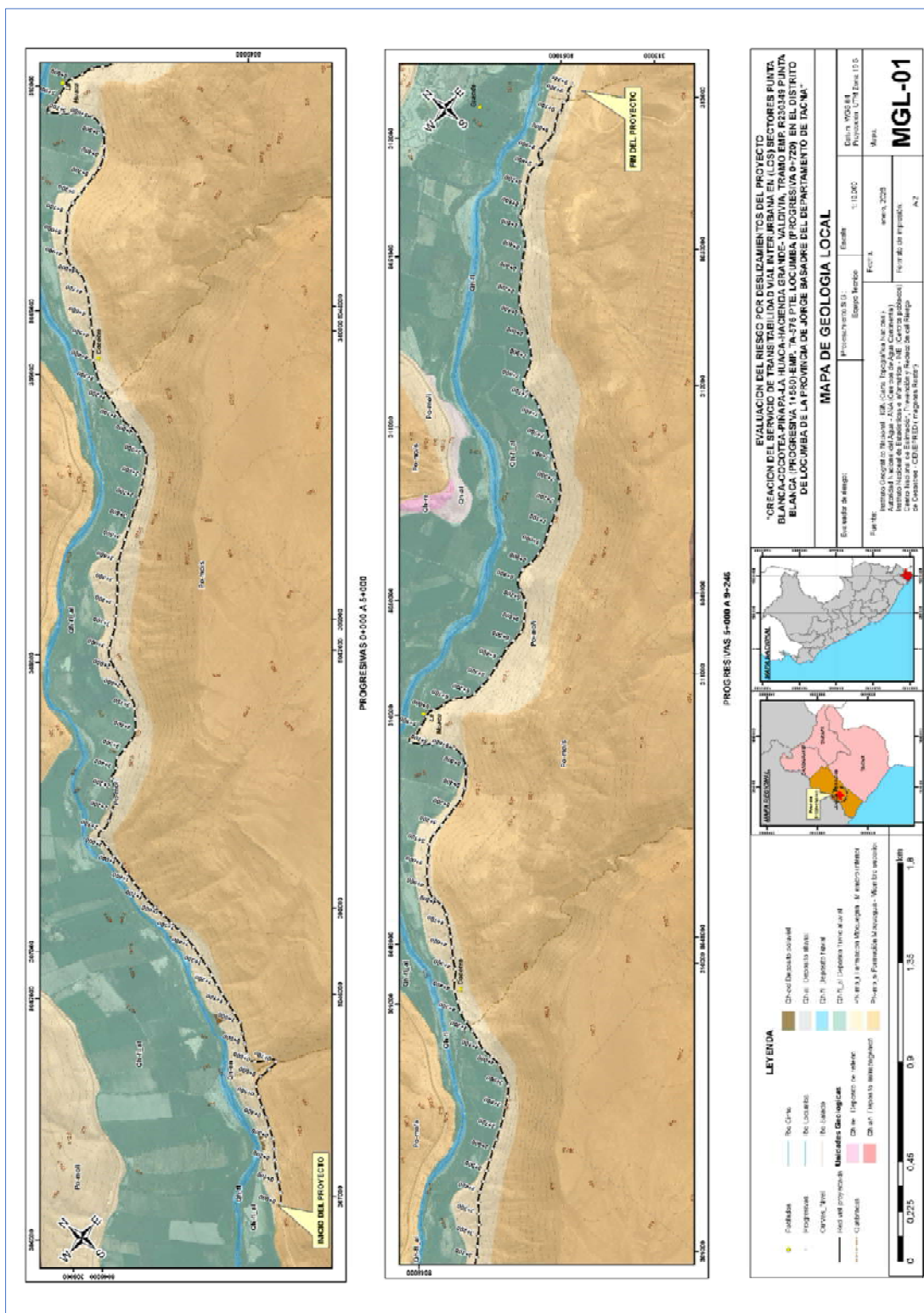
Formación Moquegua Superior (PN-mo_s)

Se encuentra principalmente compuesto por conglomerados polimicticos con clastos de andesitas, riolitas, las cuales contienen formas lenticulares de areniscas tobáceas. Y en muchos casos tienen contacto erosivo a piroclastos atribuidos a la Formación Huaylillas. Asimismo, parte de la red vial se encuentra en esta formación.



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA EL
PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL
INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA -
PIÑANA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP.
R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA +1580) - EMP. TA-576 PTE.
LOCUMBA (PROGRESIVA +0720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA
PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

Figura 11 - Mapa de Geología local



Fuente: Elaboración Propia



2.6.2.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Se ha identificado geoformas locales en el área de intervención y zonas aledañas, los cuales son producidos por procesos erosivos antrópicos y naturales.

DEPOSITO ANTROPICO (Dan)

Son depósitos inconsolidados de material de acumulación de material de relleno, de basura, excedentes de material de construcción, etc.

CAUCE FLUVIAL (C-fl)

Geoforma de origen denudacional y deposicional, debido a que sigue por lo general lineamientos de fallas es este caso se ha formado, debido a la fuerza erosiva del río Cambaya que es constante durante todo el año, este va socavando y a la vez sedimentando el lecho fluvial.

TERRAZA ALUVIAL (T-al)

Son porciones de terreno con alturas diferenciadas con respecto al fondo del cauce del río, en estas áreas se dan principalmente el desarrollo de las áreas agrícolas y algunas viviendas. Son terrenos semiplanos y de ancho variable que se encuentran ubicadas por encima del cauce fluvial.

TERRAZA BAJA FLUVIO ALUVIAL (Tb-fl_al)

Son porciones de terreno con alturas diferenciadas con respecto al fondo del cauce del río, en estas áreas se dan principalmente el desarrollo de las áreas agrícolas y algunas viviendas. Son terrenos semiplanos y de ancho variable que se encuentran ubicadas por encima del cauce fluvial.

VERTIENTE DE DESPLAZAMIENTO (V-dd)

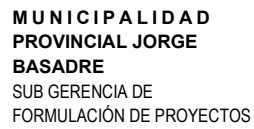
Corresponden a áreas donde se han suscitado desplazamientos por gravedad principalmente, debido a la erosión in situ del material por los agentes externos. Estas áreas son pocas y de menor dimensión. Sin embargo, al momento de generarse el proceso constructivo de la red vial es necesario considerar estudios de estabilidad de taludes y demás.

RELIEVE DE COLINA Y LOMADA EN ROCA SEDIMENTARIA (RCL-rs)

Son terrenos donde la incisión fluvial es limitada, a su vez corresponde a un dominio morfoestructural regional, laderas de moderada pendiente a semi escarpadas. Esta unidad está distribuida principalmente en la zona de valle de locumba.

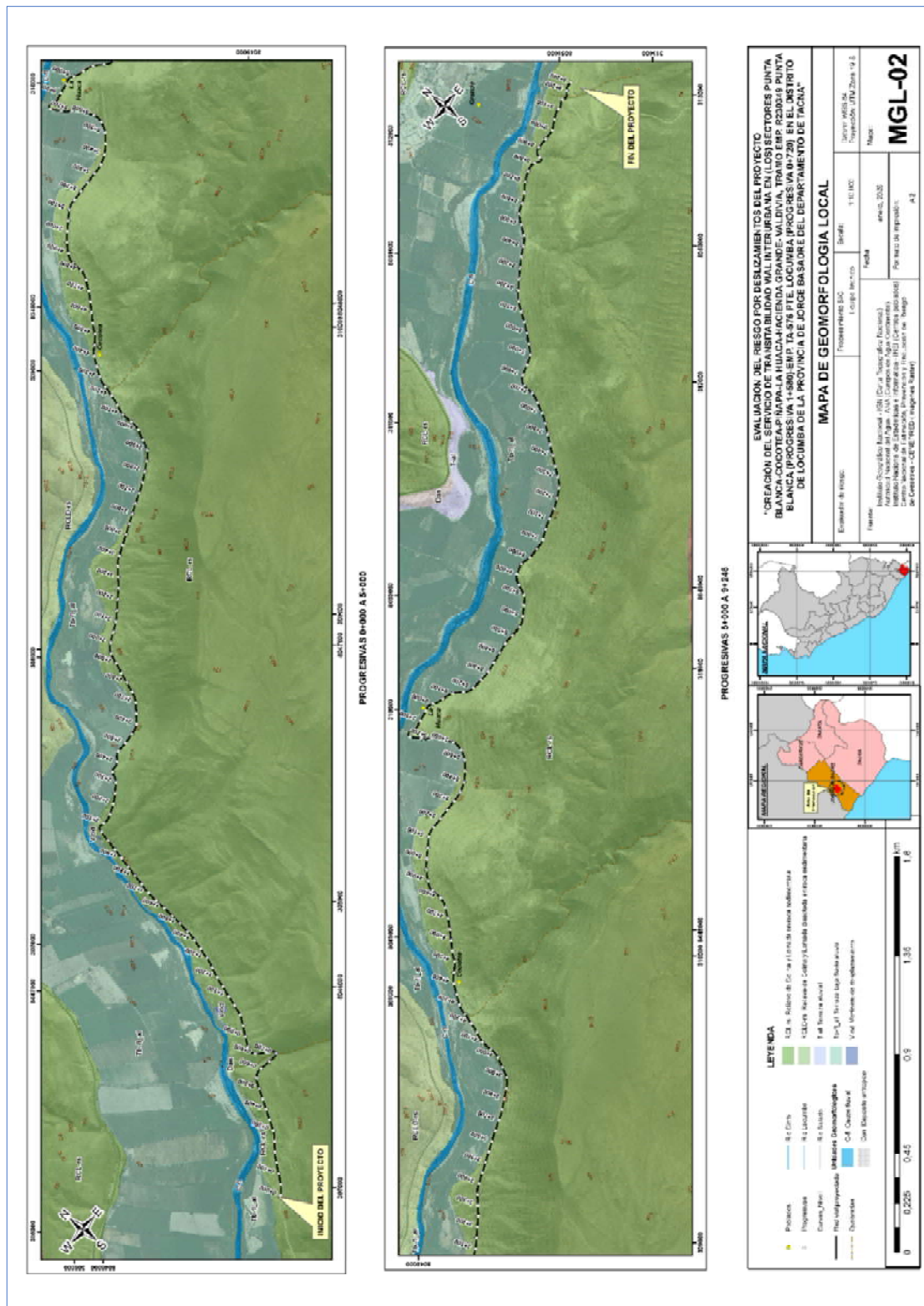
RELIEVE DE COLINA Y LOMADA DISECTADA EN ROCA SEDIMENTARIA (RCLD-rs)

Es un conjunto de colinas y lomadas desarrolladas sobre rocas sedimentarias, que han sido fuertemente disectadas por la erosión fluvial y pluvial, formando quebradas, cárcavas y ladera irregulares.



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA EL
PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL
INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA -
PIÑAÑA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP.
R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE.
LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA
PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

Figura 12 - Mapa de Geomorfología local



Fuente: Elaboración Propia



2.6.3 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Determinado básicamente por los estudios de Mecánica de Suelos, en calicatas de exploración en 1.50m de profundidad con fines de pavimentación, donde predomina el material fino en su gran mayoría, a continuación, se exponen los resultados del estudio de mecánica de suelos.

2.6.3.1 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos realizado por la subgerencia de formulación de proyectos de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, se realizaron 10 calicatas a cielo abierto.

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico en la zona de estudio se realizó la excavación de 10 pozos de reconocimiento (calicatas) para determinación de las propiedades físicas de la sub rasante.

La Ubicación de dichas calicatas fue determinada por el solicitante y es la siguiente:

Tabla 11: Coordenadas de calicatas

CALICATA N°	UBICACIÓN ZONA 19 K	
C-01	306823.96 m E	8045564.15 m S
C-02	307332.62 m E	8046245.96 m S
C-03	307551.92 m E	8047204.22 m S
C-04	308226.63 m E	8047789.47 m S
C-05	309027.07 m E	8048200.84 m S
C-06	309481.80 m E	8049059.53 m S
C-07	310337.20 m E	8049451.21 m S
C-08	311233.68 m E	8049756.75 m S
C-09	311849.68 m E	8050499.95 m S
C-10	312592.64 m E	8050792.20 m S

Fuente: Estudio de mecánica de suelos MPJB

A continuación, se hace presente el resumen de las calicatas realizadas en el estudio de mecánica de suelos:

CALICATA N°01

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:



HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°02

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 0.80 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no organico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

HORIZONTE 02: DESDE 0.80 – 1.50 m.

Suelo consolidado de alta compacidad, denso, de bajo contenido de humedad, conformado por arenas, arcillas y sales, debido a la alta dureza del estrato no se pudo continuar con la excavación.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°03

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A1-b(0)

CALICATA N°04

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.



Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limoarcillosa, de bajo contenido de humedad, de moderada compacidad, de color beige claro, suelo cohesivo, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°05

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°06

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limoarcillosa, de bajo contenido de humedad, de moderada compacidad, de color beige claro, suelo cohesivo, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°07

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limoarcillosa, de bajo contenido de humedad, de moderada compacidad, de color beige claro, suelo cohesivo, de olor no organico, la forma de



los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°08

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°09

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no orgánico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP

CLASIFICACION AASHTO : A-3(0)

CALICATA N°10

La excavación se realizó hasta llegar a una profundidad de 1.50 m. respecto al nivel superficial del terreno (ver perfil estratigráfico). Se identifico 01 estrato que se describe a continuación:

HORIZONTE 01: DESDE 0.00 – 1.50 m.

Suelo fino conformado por clastos y arenas en matriz limosa, de bajo contenido de humedad, de baja compacidad, de color gris claro, suelo friccionante, de olor no organico, la forma de los clastos es subredondeada, de consistencia blanda, estructura estratificada, de potencia indeterminada.

CLASIFICACION SUCS : SP-SM

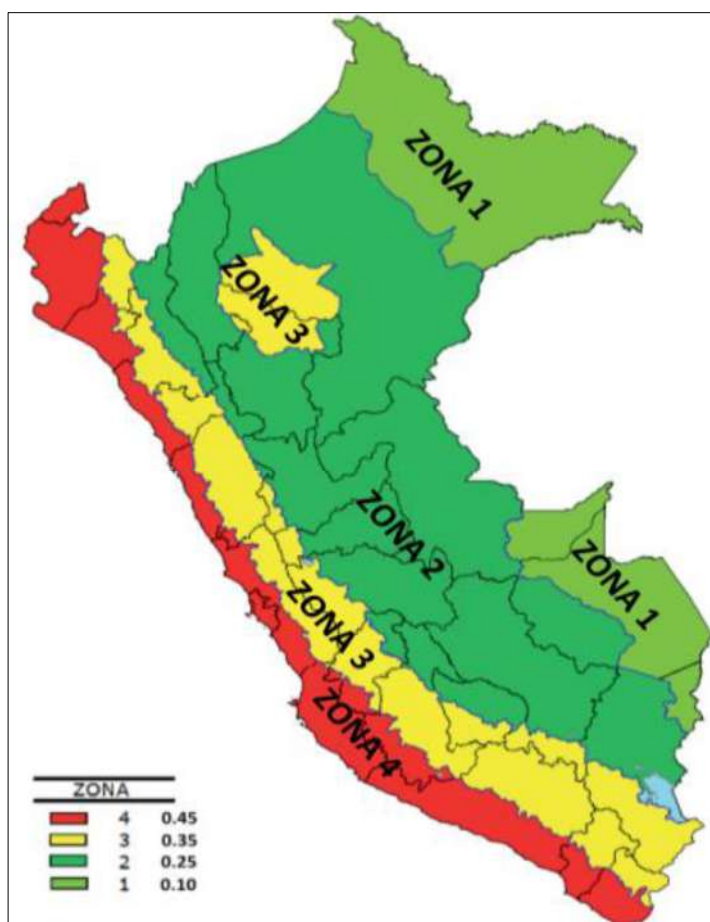
CLASIFICACION AASHTO : A1-b(0)



2.6.3.2 EFECTOS DE SISMO

De acuerdo al nuevo mapa de zonificación sísmica del Perú, según la norma sismo resistente (NTE E.030) y del mapa de distribución de máx. intensidades sísmicas en el Perú, presentado por Dr. Alva Hurtado (1984), el cual se basó en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes. El área en estudio se encuentra dentro de la zona de alta sismicidad (ZONA 4). Extendiendo la probabilidad de que ocurran sismos de intensidad tan considerables como IX en la escala de Mercalli Modificada. ("zonificación sísmica del Perú" y "mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas").

Figura 13 - Factores de Zona "z"



Fuente: RNE E.030 Diseño Sismo Resistente

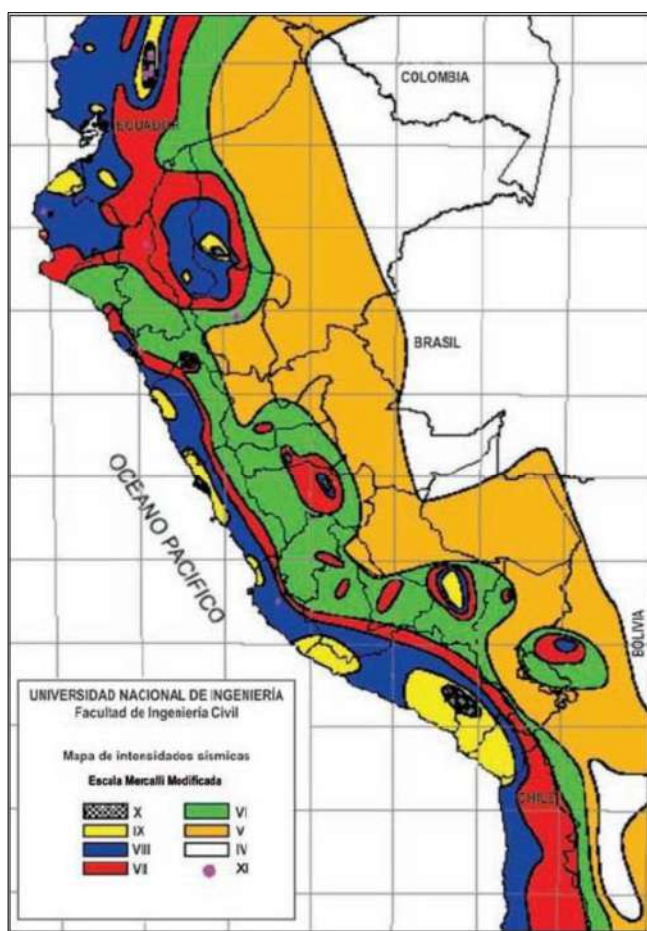


Figura 14 - Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas
Fuente: Ref. Julio Alva Hurtado

2.6.3.2.1 ZONIFICACIÓN

El territorio nacional está dividido en cuatro zonas, este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad según como lo muestra la tabla:

Figura 15 - Factores de zona "Z"

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: RNE E.030 Diseño Sismo Resistente

El área de estudio se encuentra ubicada en la Zona 4 (Z=0.45).



2.6.3.2.2 PARAMETROS SISMICOS

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos, realizado por la Municipalidad provincial Jorge Basadre, el cual clasifica el suelo como Arena limosa de clasificación SM, a cargo de INGEOTECC EIRL, y, la clasificación de suelos según la E030 como suelos blandos (S3), se determinó los siguientes parámetros sísmicos.

Figura 16 - Parámetros sísmicos

N° CALICATA	TIPO DE SUELO	FACTOR DE ZONA Z	TIPO DE SUELO	FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO S	PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO T_p (S)
01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 06 - 07 - 08 - 09 - 10	SUELOS BLANDOS	0.45	S3	1.10	1.00

Fuente: RNE E.030 Diseño Sismo Resistente, EMS INGEOTECC EIRL

2.6.4 CARACTERISTICAS GEODINAMICAS

La geodinámica en el distrito de Locumba está caracterizada por una interacción crítica entre la geodinámica interna (alta sismicidad por la subducción de la placa de Nazca) y la geodinámica externa (erosión fluvial y movimientos en masa). La presencia de la Formación Moquegua, constituida por depósitos sedimentarios de baja consolidación, genera una susceptibilidad Alta a Muy Alta ante deslizamientos y flujos de detritos (huaicos), los cuales son detonados principalmente por precipitaciones estacionales excepcionales y la socavación basal producida por las crecidas del río Locumba.

GEODINÁMICA EXTERNA

La geodinámica externa del distrito de Locumba está asociada principalmente a procesos de movimientos en masa, tales como deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos, los cuales representan peligros geológicos relevantes para el área. Estos procesos están condicionados por la estructura geológica, las características litológicas, las condiciones hidrogeológicas y la morfología del terreno, factores que influyen directamente en la estabilidad de los taludes.

La susceptibilidad a estos fenómenos se incrementa cuando se producen variaciones en dichas condiciones, ya sea por causas naturales —como precipitaciones intensas y actividad sísmica— o por factores antrópicos, tales como excavaciones y modificaciones del relieve. En este contexto, el análisis de imágenes satelitales evidencia una excavación lineal tipo anfiteatro, asociada a etapas sucesivas de deslizamientos rotacionales, que han generado terrazas producto de deslizamientos en masa, confirmando la dinámica activa de inestabilidad en el área.



GEODINÁMICA INTERNA

En Geodinámica interna, abarca en primer lugar las generalidades, donde se realiza un análisis sobre la ocurrencia histórica de sismos en tiempo y distribución epicentral, se encuentra representada en los sismos disponibles para el área de estudio muestra la distribución de los sismos para el periodo 1964 a 1998 espacio. En una primera aproximación se tiene que la sismicidad en un rango de profundidades superficiales ($h < 70\text{km}$) toman lugar continuamente a lo largo de la línea de costa conformando la porción más superficial de la subducción.

2.6.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.6.5.1 PENDIENTE

En el contexto de eventos sísmicos, la pendiente de los terrenos es un factor clave en la ocurrencia de movimientos en masa, ya que controla la energía potencial y cinética disponible para deslizamientos, derrumbes o flujos. Las laderas con pendientes medias a fuertes son más propensas a inestabilizarse tras un sismo, favoreciendo deslizamientos y erosión acelerada, mientras que en pendientes bajas pueden presentarse procesos lentos como reptación o deslizamientos ocasionales. Así, la pendiente se convierte en un parámetro esencial para evaluar la susceptibilidad a movimientos en masa inducidos por terremotos.

En la ciudad de Tacna, de acuerdo al mapa de PENDIENTES DE TERRENO para el PROYECTO GA-45A: MAPAS DE RIESGOS GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN TACNA (2019) de Ingemmet, describen las siguientes Geoformas para la ciudad de Tacna de acuerdo a las pendientes del terreno.

Muy Baja ($<1^\circ$): Son terrenos llanos que se distribuyen a lo largo de las zonas de terrazas marinas, mantos de arena, terrazas aluviales y fluviales, piedemontes, mesetas, bofedales, entre otros. Presenta grandes extensiones en las zonas costeras. Los principales poblados que se ubican dentro de estos terrenos son: Las Lagunas, Nuevo Copare, Estación el Hospicio, Pueblo Libre, Ite, Llostay, Vila Vila, Las Bambas, San Pedro y San Pablo y Santa Rosa. Estos terrenos están sujetos a arenamientos, erosiones fluviales, marinas e inundaciones de tipo fluvial y pluvial (especialmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño).

Baja ($1^\circ - 5^\circ$): Terrenos ligeramente inclinados con baja pendiente, en áreas cortas pero muy recurrentes, se encuentran entre vertientes de piedemonte aluviales o aluvio-torrenciales, superficies con flujos piroclásticos, en las altiplanicies sedimentarias, entre otras subunidades. Resaltan básicamente en la rampa costera y zonas límite con la Cuenca del Titicaca. Los poblados que se ubican sobre éstas terrenos son Pampa Baja, Ite, La Concha, Amopaya, Vila Vila, Llostay, El Pozo, Angola, Magollo, Ciudad de



Dios, 24 de Junio, Silpay, Sobraya, Cuartel de la FAP, Pachía, entre otros. Sujetos a la ocurrencia de arenamiento, erosión fluvial e inundaciones.

Media (5° - 15°): Presentan una buena distribución en laderas de colinas, lomadas y montañas. Estos terrenos resaltan en los sectores de la Cordillera de la Costa, entre la Cordillera Occidental y Franja de Conos Volcánicos. Sujetos a deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos.

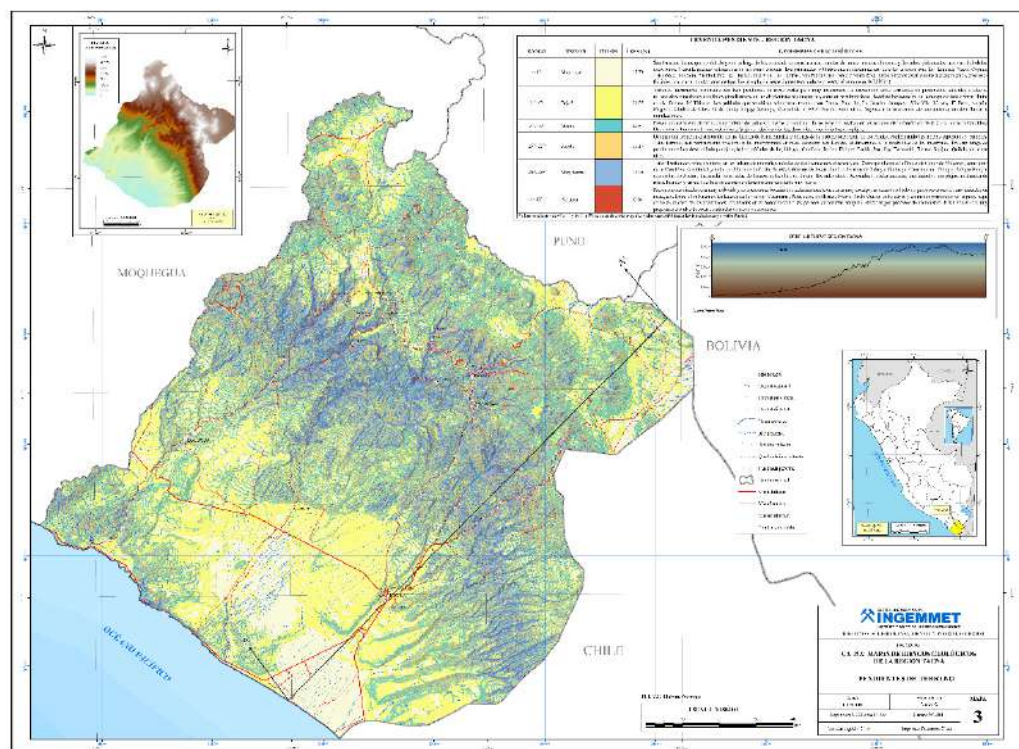
Fuerte (15° - 25°): Ocupan una reducida distribución en las laderas de las montañas y colinas de la cadena occidental de los Andes, conformando las laderas superiores y cumbres. Estos terrenos son parcialmente proclives a los movimientos en masa asociado con factores desfavorables a la estabilidad de los materiales. En este rango de pendiente se han desarrollado por ejemplo los poblados de Ite, Ilabaya, Camilaca, Inclan, Estique, Pachia, Pocollay, Tarucachi, Ticaco, Sitajara, Quilahuani, entre otros.

Muy Fuerte (25° - 45°): Están distribuidos principalmente en las laderas de montañas, taludes de deslizamientos, cárcavas, etc. Correspondiente a la Franja de Conos de Volcanes, cotas altas de la Cordillera Occidental y en la cordillera de la Costa. En estos terrenos se desarrollan los distritos de Ilabaya, Curibaya, Chucatamani, Estique, Estique Pampa, cotas altas de Pachia, Tarucachi, cotas altas de Ticaco, cotas altas de Tarata, Ite, entre otros. Asociados a deslizamientos, movimientos complejos, avalancha de rocas, huaicos y erosión de laderas ocurren en terrenos con pendiente muy fuerte.

Abrupta (> 45°): Presentan una distribución muy reducida y se encuentran localizados indistintamente en zonas muy escarpadas como resultado de procesos erosivos, movimientos en masa, etc. Entre ellos tenemos las laderas de los cerros Yucamane, Paracocho, Molleraco, Negro, Padre Cucho, entre otros, y en menor proporción en la parte baja, como es el caso de los acantilados localizados en el borde litoral o las paredes de terrazas antiguas, elevadas por procesos de tectonismo. Estas zonas son muy propensas a caídas de rocas, avalancha de rocas y derrumbes.



Figura 17 - Mapa de Pendientes de Terreno



Fuente: Ingemmet GA-45A mapas de riesgos geológicos de la región Tacna

El mapa de pendientes elaborado para el área de estudio fue elaborado en base al levantamiento topográfico del área de estudio que se realizó mediante técnicas de fotogrametría con dron, empleando un conjunto de miles de imágenes georreferenciadas en el sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zona 19S (EPSG:32719), complementadas con puntos de control en tierra para asegurar la precisión métrica. El procesamiento incluyó la generación de nubes de puntos densas con decenas de millones de registros, a partir de las cuales se construyeron modelos digitales de elevación (DEM) y ortomosaicos de alta resolución. Estos productos cartográficos permitieron obtener una representación detallada de la morfología del terreno, constituyendo la base para la elaboración del mapa de pendientes.

Asimismo, de acuerdo al GA-45A: Mapas de Riesgos Geológicos de La Región Tacna de Ingemmet se adaptan los siguientes de rangos de pendientes para el presente estudio:

Muy Baja ($P \leq 5^\circ$): Pendiente casi plana y muy estable. Segura para cualquier tipo de actividad.

Baja ($5^\circ < P \leq 15^\circ$): Inclinação suave. Generalmente apta para agricultura, con bajo riesgo de erosión.

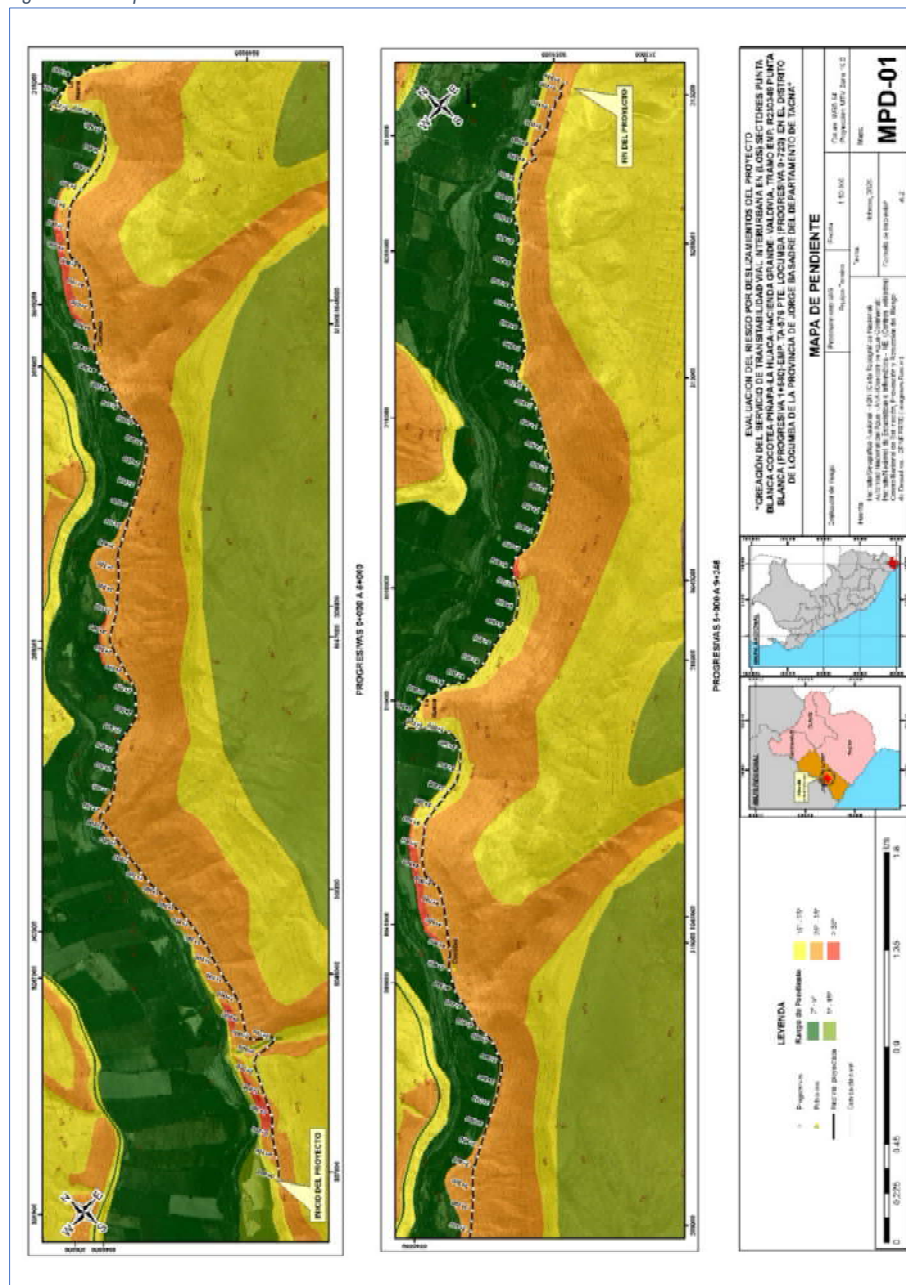
Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$): Pendiente moderada. El riesgo de erosión y deslizamientos comienza a ser una preocupación.



Fuerte ($25^{\circ} < P \leq 35^{\circ}$): Pendiente pronunciada y de alto riesgo. No apta para la construcción convencional.

Muy Fuerte ($35^{\circ} < P$): Pendiente muy inclinada y extremadamente peligrosa. No se recomienda para ningún tipo de desarrollo.

Figura 18 - Mapa de Pendientes



Fuente: Elaboración Propia



2.6.6 UNIDADES HIDROGRÁFICAS

De los tres sistemas de delimitación y codificación de Pfafstetter considera tres tipos de unidades de drenaje: Cuencas, intercuencas y cuencas internas.

Para el presente estudio de evaluación se considera como cuenca al área de unidad hidrográfica que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje.

La intercuenca : Es un área (unidad de drenaje) que recibe el drenaje de otra unidad que se ubica aguas arriba, mediante el curso del río principal, y permite el drenaje del flujo propio y del que ha ingresado a esta unidad hacia la unidad; de drenaje que se ubica hacia aguas abajo. En tal sentido una unidad de drenaje tipo intercuenca es una unidad de drenaje o de tránsito del río principal al cual también aporta sus propios caudales.

Figura 19 - El Rio Locumba



Fuente: Vista de campo

El distrito de Locumba tiene una extensión total de 85,564.22 Has., localizado en la sección intermedia de la cuenca del rio Locumba, la ciudad de Villa Locumba abarca una superficie urbana de 6.86 Has y Pampa Sitana tiene una extensión de 138.06 Ha.

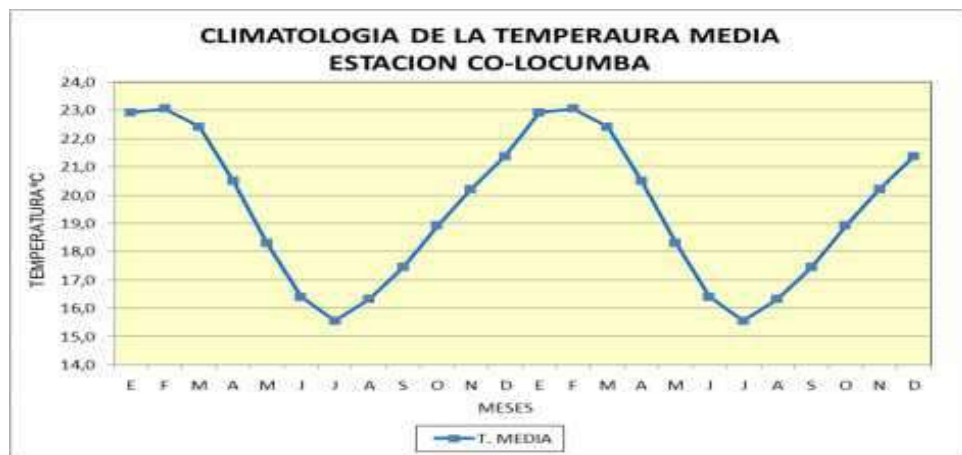


2.6.7 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

a) Temperatura

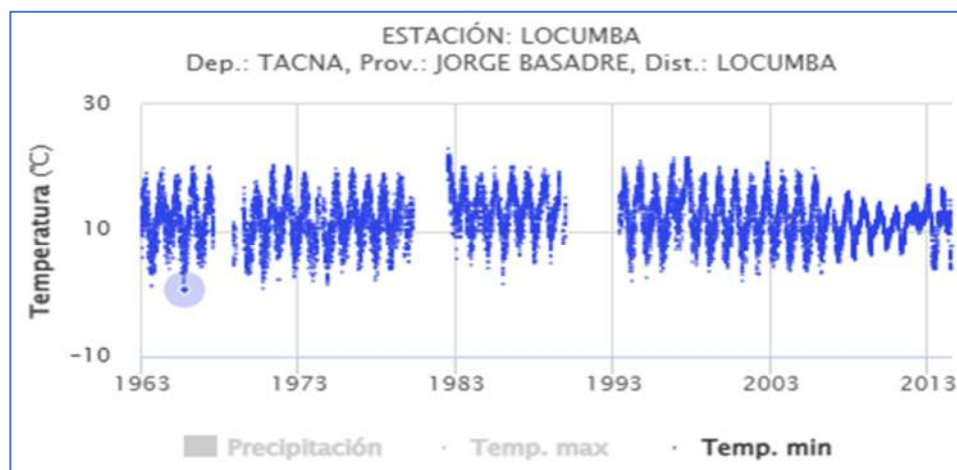
La Temperatura media mensual, presenta valores altos durante la estación del verano enero, febrero y marzo con valores de 22,9 °C, 23,1°C y 22.4°C respectivamente. Mientras que las temperaturas medias más bajas se registran durante la estación del invierno en los meses de junio, julio y agosto oscilando entre 16.4 °C, 15.6 °C y 16.3 °C respectivamente.

Gráfico 7 - Temperatura media estación Locumba.



Fuente: Estudio climatología de locumba – ot; pdul

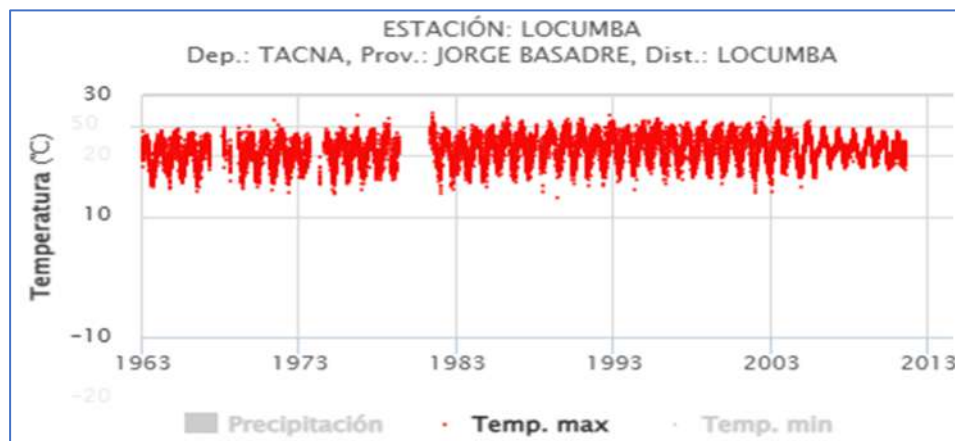
Gráfico 8 - Temperatura mínima – Estación Locumba



Fuente: Datos Meteorológicos de Senamhi



Gráfico 9 - Temperatura Máxima – Estación Locumba

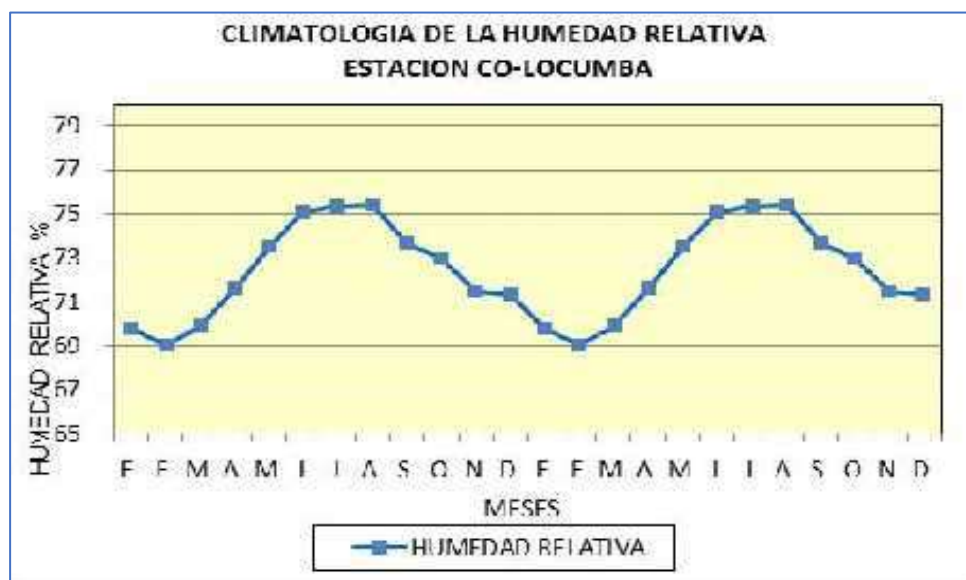


Fuente: Datos Meteorológicos de Senamhi

b) Humedad.

Según registro de la estación CO-Locumba, se registran durante los meses de junio, julio y agosto, es decir durante el invierno, registrando promedios mensuales de 75 %; mientras que en el verano se registran valores más bajos registrando totales mensuales de 70.0 %, 69.0 %, y 70 % esto durante los meses de enero, febrero y marzo respectivamente. Se registra un promedio anual de 72%. Ver gráfico.

Gráfico 10 - Humedad relativa estación Locumba.



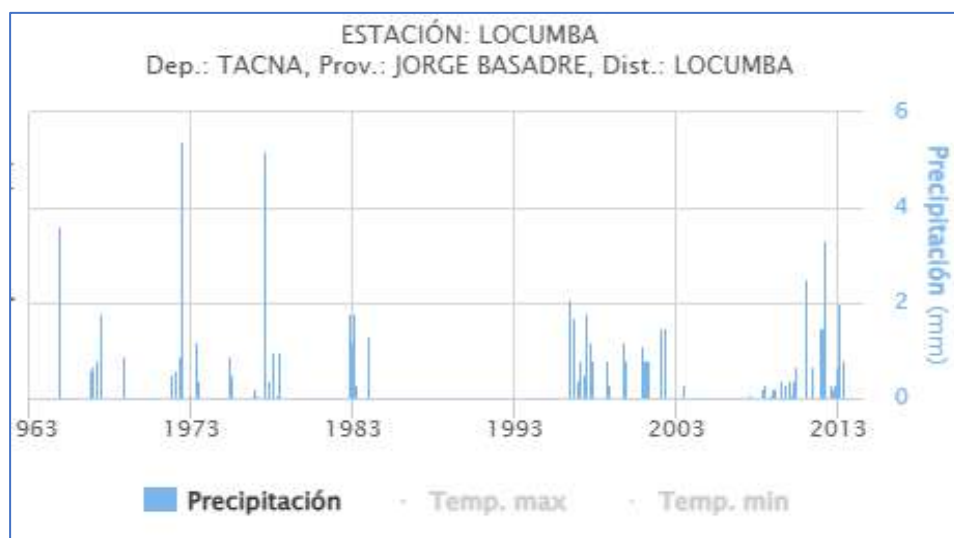
Fuente: Estudio climatología de locumba – ot; pdul



c) Precipitaciones

Se analizó la información estadística de la temperatura máxima y mínima mensual del SENAMHI la estación más cercana al área de estudio la Estación Locumba, de las cuales se presenta a continuación:

Gráfico 11 - Precipitación estación Locumba.



Fuente: Datos Meteorológicos de Senamhi

Asimismo, se ha identificado otras estaciones Meteorológicas más cercanas al área de influencia del proyecto siendo esta la Estación Meteorológica convencional de Sama Grande.



2.7 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Según la información de INDECI se tiene la Base de Datos de Emergencia y Daños 2003-2020, en el cual se observan las distintas emergencias en el distrito de Locumba.

Tabla 12: Matriz de Base de Datos de Emergencias y Daños ocurridos en el Perú: 2003-2020
Fuente: IN.DECI

CÓDIGO DE EMERGENCIA-SINPAD	FECHA DE LA EMER	AÑO	MES	COD. DISTRITO	DPTO.	PROV.	DIST.	EMERGENCIA
1710	29/05/2003	2003	Mayo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SEQUÍA
1615	26/08/2003	2003	Agosto	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SISMO
1711	29/05/2003	2003	Mayo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SEQUÍA
1969	26/08/2003	2003	Agosto	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
4014	06/02/2004	2004	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
4015	06/02/2004	2004	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INUNDACIÓN
6399	25/06/2004	2004	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
11652	13/06/2005	2005	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
12123	17/10/2005	2005	Octubre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
13897	11/01/2006	2006	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
18631	15/03/2006	2006	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
16587	08/02/2006	2006	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
15333	20/03/2006	2006	Marzo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INUNDACIÓN
15334	25/03/2006	2006	Marzo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INUNDACIÓN
18642	07/09/2006	2006	Setiembre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
20546	08/01/2007	2007	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
21980	13/06/2007	2007	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
24804	07/01/2008	2008	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
25143	15/01/2008	2008	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
31117	15/06/2008	2008	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
31119	18/10/2008	2008	Octubre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
31118	18/10/2008	2008	Octubre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.



CÓDIGO DE EMERGENCIA-SINPAD	FECHA DE LA EMER	AÑO	MES	COD. DISTRITO	DPTO.	PROV.	DIST.	EMERGENCIA
31665	13/02/2009	2009	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
31949	06/03/2009	2009	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
34242	15/06/2009	2009	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
47352	11/09/2011	2011	Setiembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
50518	05/01/2012	2012	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
51104	14/02/2012	2012	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
55455	05/11/2012	2012	Noviembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
50515	06/02/2012	2012	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
52505	14/05/2012	2012	Mayo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
63005	05/11/2013	2013	Noviembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	EROSIÓN
61961	20/11/2013	2013	Noviembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
65948	08/08/2014	2014	Agosto	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
69078	10/02/2015	2015	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
69080	07/03/2015	2015	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
69157	09/03/2015	2015	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
69343	24/03/2015	2015	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
69466	26/03/2015	2015	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
69473	26/03/2015	2015	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
69082	09/03/2015	2015	Marzo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INUNDACIÓN
69465	26/03/2015	2015	Marzo	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	HUAYCO
71588	05/07/2015	2015	Julio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
76648	17/05/2016	2016	Mayo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO FORESTAL
77878	28/06/2016	2016	Junio	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	VIENTOS FUERTES
80637	29/12/2016	2016	Diciembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SEQUÍA
80758	28/06/2016	2016	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	VIENTOS FUERTES
77852	21/07/2016	2016	Julio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
76120	03/04/2016	2016	Abril	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	INCENDIO FORESTAL
85189	28/03/2017	2017	Marzo	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.



CÓDIGO DE EMERGENCIA-SINPAD	FECHA DE LA EMER	AÑO	MES	COD. DISTRITO	DPTO.	PROV.	DIST.	EMERGENCIA
88645	25/07/2017	2017	Julio	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INCENDIO URB. E INDUST.
89764	10/10/2017	2017	Octubre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SISMO
81034	23/01/2017	2017	Enero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	HUAYCO
88102	30/06/2017	2017	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
89766	10/10/2017	2017	Octubre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
91229	13/12/2017	2017	Diciembre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
91342	20/01/2018	2018	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SISMO
91339	20/01/2018	2018	Enero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SISMO
93469	15/02/2018	2018	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
94177	06/06/2018	2018	Junio	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
99297	05/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
104566	05/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
104917	05/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
106242	05/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
106992	05/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
107606	08/02/2019	2019	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	HUAYCO
108672	03/02/2019	2019	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	HUAYCO
108861	08/02/2019	2019	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	HUAYCO
108866	04/02/2019	2019	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
110019	08/02/2019	2019	Febrero	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	HUAYCO
110273	24/07/2019	2019	Julio	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	LLUVIA INTENSA
112395	07/09/2019	2019	Setiembre	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	LLUVIA INTENSA
116875	22/01/2020	2020	Enero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
118727	14/02/2020	2020	Febrero	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	INUNDACIÓN
131489	13/12/2020	2020	Diciembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	VIENTOS FUERTES
132021	28/12/2020	2020	Diciembre	230301	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	LLUVIA INTENSA
115610	05/01/2020	2020	Enero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
116548	20/01/2020	2020	Enero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA



CÓDIGO DE EMERGENCIA-SINPAD	FECHA DE LA EMER	AÑO	MES	COD. DISTRITO	DPTO.	PROV.	DIST.	EMERGENCIA
118835	13/02/2020	2020	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
119871	21/02/2020	2020	Febrero	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
127726	02/09/2020	2020	Setiembre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
128359	22/09/2020	2020	Setiembre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	BAJAS TEMPERATURAS
129221	14/10/2020	2020	Octubre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	INCENDIO URB. E INDUST.
132051	27/12/2020	2020	Diciembre	230302	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LLUVIA INTENSA
119148	19/02/2020	2020	Febrero	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	HUAYCO
119694	26/02/2020	2020	Febrero	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	INCENDIO URB. E INDUST.
124387	30/05/2020	2020	Mayo	230303	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	INCENDIO URB. E INDUST.

A su vez, de acuerdo a la información de INDECI, en su portal de REPORTE DE EMERGENCIAS, se aprecia el comportamiento fenomenológico del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna actualizado desde el año 2003 al 2023, observándose una diversidad de emergencias registradas, entre ellas, y considerando la extensión e incidencia que podría ocasionar sobre el proyecto de inversión, se considerará el peligro de deslizamiento desencadenado por eventos sísmicos para el estudio del presente informe.



3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

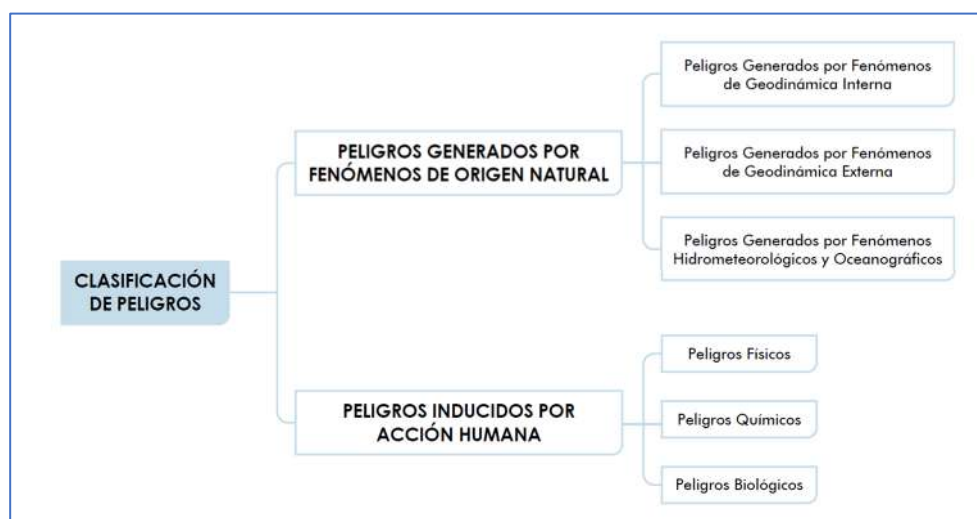
El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generales por fenómenos de origen natural y, los inducidos por la acción humana. Para el presente estudio solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural. Los fenómenos identificados se han agrupado de acuerdo a su origen, permitiendo una adecuada identificación y caracterización.

A continuación, se menciona la clasificación de los peligros en base al Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

3.1 METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO

Para el estudio estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo a su origen. Esta agrupación nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

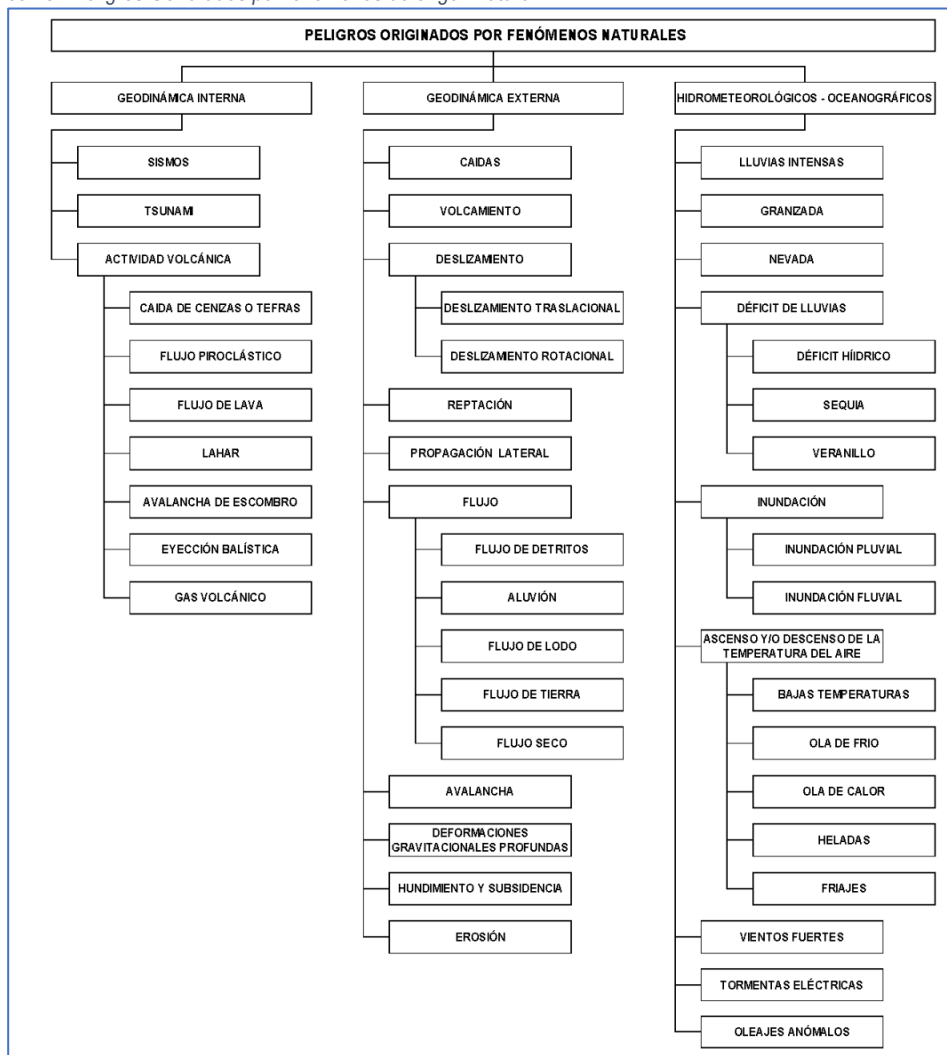
Gráfico 12 - Clasificación de los peligros;



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 02 Versión – CENEPRED



Gráfico 13 - Peligros Generados por fenómenos de origen natural



Fuente: Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N.º 009-2025-PCM/SGRD

Peligros generados por fenómenos de origen natural:

- Geodinámica interna
- Geodinámica externa
- Hidrometeorológicos y Oceanográficos

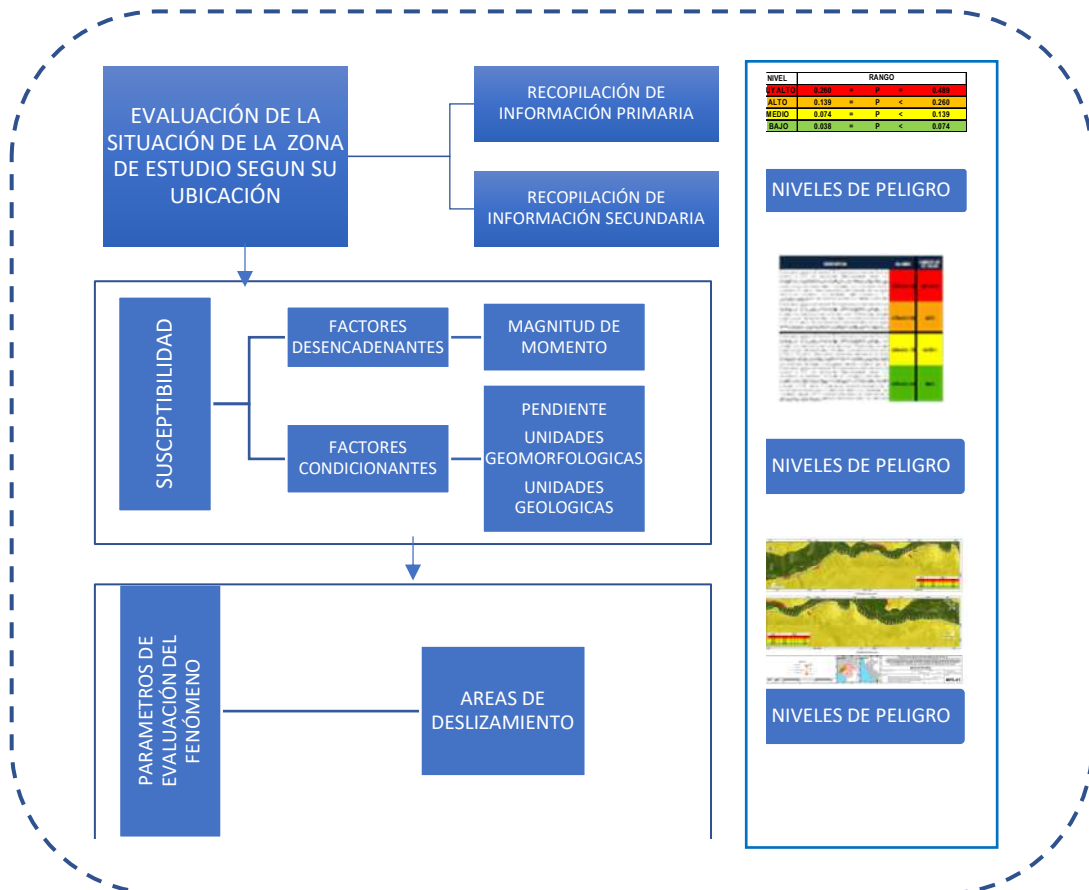
Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se han identificado diversos fenómenos en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, tanto de geodinámica interna, externa, hidrometeorológico, biológicos e inducidos por el hombre, sin embargo, se ha determinado un peligro Natural de origen Geodinámica Externa, es decir, se evaluará el Peligro por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL.

Para realizar el análisis de Peligrosidad por fenómeno de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL, se ha considerado evaluar los parámetros del peligro versus la susceptibilidad, conformado este último por el criterio de ponderación (valores) dados entre los factores condicionantes y desencadenantes los cuales deben sumar (1), dependiendo



del grado de importancia. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por SAATY.

Gráfico 14 - Metodología para la determinación del nivel de peligro



De la revisión a los estudios para realizar un correcto análisis de los peligros originados por fenómenos naturales, el presente estudio, según su origen, se caracteriza de tipo **Geodinámica Externa**.

3.2 RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION

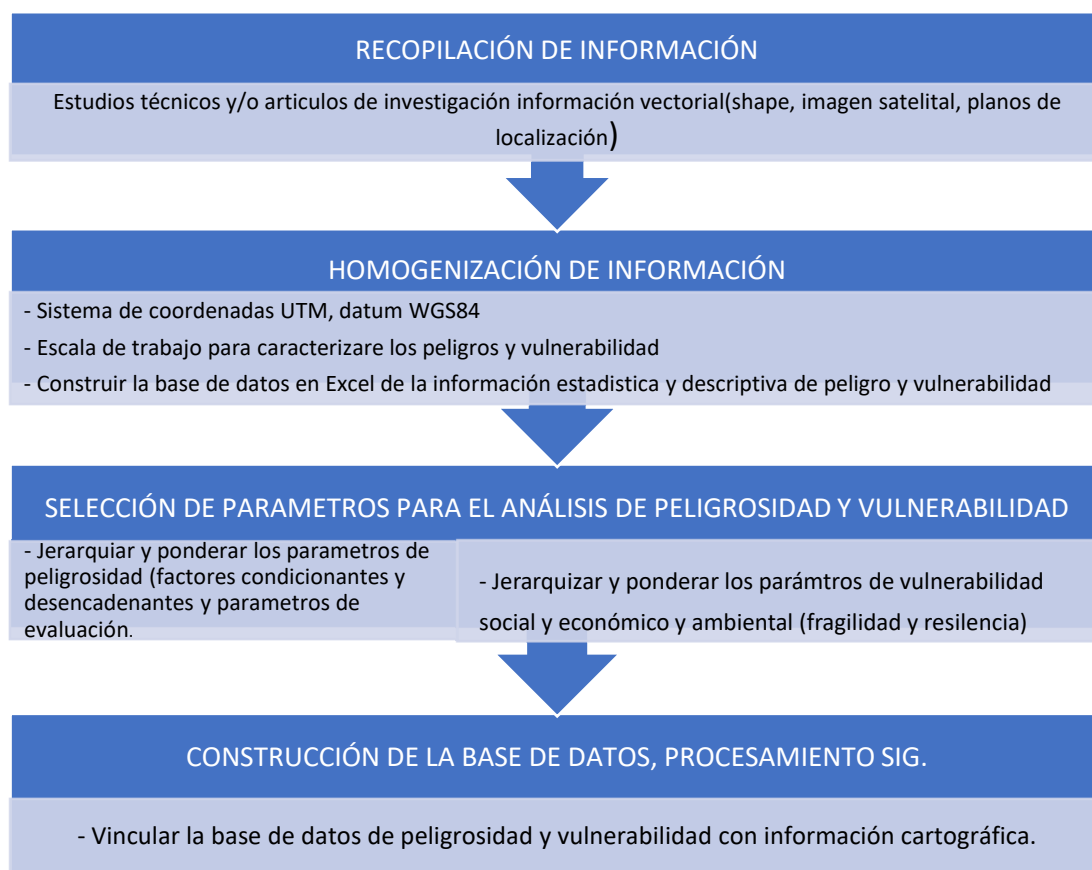
Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, INDECI y CENEPRED), información histórica, estudio de suelos, topografía, geología y geomorfología del área de influencia del fenómeno de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL. Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como:



- INGENMET, se recopiló información referente al estudio de peligros, topografía, geología y geomorfología de la zona de estudio, del distrito, provincia y departamento de Tacna, a través de los Mapa Geológico (hoja 35v), a escala 1: 50,000 que fue elaborado INGENMET, a su vez, del estudio Geológico propósito del estudio de pre inversión.
- CENEPRED, a través de la plataforma del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), se recopilaron mapas temáticos de peligro y la información socioeconómica del área de estudio.
- INDECI, Mapa de Peligros de la Ciudad de Tacna, Zonificación de suelos de 2m de profundidad.
- INEI, se corroboró la información realizada en los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth y Alos Palsar.

Gráfico 15 - Flujograma general del proceso de análisis de información



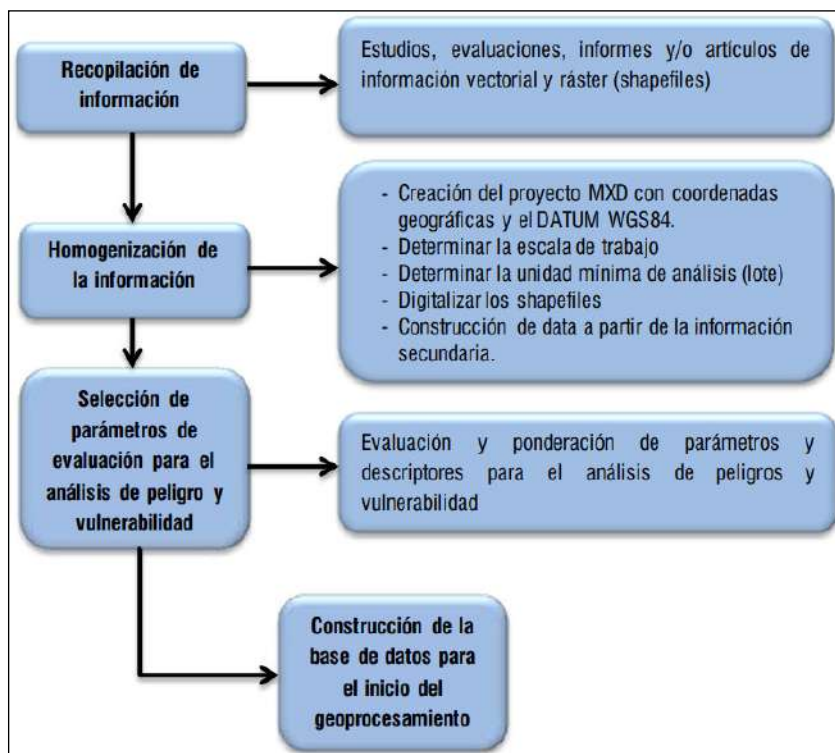
Fuente: Equipo técnico EVAR



3.3 IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR

Para la identificación del Peligro, Diversas instituciones del país, públicas y privadas vienen trabajando para desarrollar herramientas que permitan generar el conocimiento del peligro, entre las más comunes, tenemos al INEI, IGP, INGEMMET, CENEPRED, INDECI, del área de influencia del estudio por fenómeno de DESLIZAMIENTO.

Gráfico 16 - Flujoograma General del Proceso de análisis de información;



Fuente: Elaboración propia

3.4 IDENTIFICACION Y DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA ASOCIADA AL PELIGRO

De acuerdo con la metodología establecida por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el área de influencia asociada al peligro por deslizamiento comprende el ámbito territorial donde se localizan la infraestructura vial del proyecto, la población expuesta, sus medios de vida y las actividades económicas que pueden verse afectadas por la ocurrencia de dicho fenómeno.

En ese sentido, el área de influencia directa corresponde al entorno inmediato del tramo vial a nivel de afirmado del PIP "Creación del Servicio de Transitabilidad Vial Interurbana", que se desarrolla entre los sectores de Punta Blanca, Cocotea, Piñapa, La Huaca, Hacienda Grande y Valdivia, desde la progresiva 1+580 (Emp. R230349 – Punta Blanca) hasta la progresiva 0+720 (Emp. TA-576 – Puente Locumba). En este ámbito se concentran las zonas con mayor



exposición al peligro de deslizamientos, así como la infraestructura vial y las actividades productivas directamente vinculadas al proyecto.

Asimismo, se define un área de influencia indirecta que abarca todo el distrito de Locumba, debido a que la mejora del servicio de transitabilidad vial permitirá optimizar la movilidad de productos agrícolas y pecuarios, el acceso a mercados locales y regionales, y la conectividad entre centros poblados, beneficiando de manera indirecta a la población distrital y fortaleciendo su dinámica económica.

Por lo tanto, para efectos del presente Estudio de Evaluación de Riesgo por Deslizamiento, se delimita como área de influencia total al distrito de Locumba, en la provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna, considerando tanto la afectación directa sobre la infraestructura vial y zonas adyacentes, como los impactos indirectos sobre la población y sus medios de vida..

3.5 PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE GEODINÁMICA EXTERNA: DESLIZAMIENTO

3.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PELIGRO

3.5.1.1 DESLIZAMIENTOS

Es un movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

Deslizamiento traslacional:

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella. En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia ésta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción. La velocidad de los movimientos traslacionales puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

Deslizamiento rotacional:

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un



contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

3.5.1.2 DESLIZAMIENTOS A CONSECUENCIA DE SISMOS

3.5.1.2.1 PARAMETROS SISMICOS

Son aquellos que caracterizan el sismo y son frecuentemente mencionados en los boletines sísmicos que emiten las entidades sismológicas.

HIPOCENTRO (PROFUNDIDAD DEL SISMO)

El hipocentro (o foco) es el lugar interno donde comienza la ruptura en el interior de la Tierra. Desde allí se propagan las ondas sísmicas hacia el exterior. Su profundidad influye en el tipo de sismo (superficial, intermedio o profundo). En los catálogos sísmicos peruanos se considera que sismos con profundidad menor a ~ 60 km son superficiales, entre ~ 60 y 350 km intermedios, y más profundos a más de 350 km, aunque la mayoría de los terremotos destructores en Perú son de foco superficial (menor 60 km) cerca a la interfaz de subducción.

HORA ORIGEN

La hora origen indica el instante preciso (en tiempo universal coordinado, UTC) en que la ruptura comienza en el hipocentro. En Perú se aplica una corrección de -5 horas para convertirlo a hora local peruana. Esta medida es estándar en sismología para permitir comparaciones globales.

EPICENTRO

El epicentro es la proyección del hipocentro sobre la superficie terrestre, es decir, el punto en la superficie más cercano al foco. Se da en coordenadas geográficas (latitud, longitud) o en coordenadas UTM. Es el punto usualmente reportado en los boletines sísmicos para indicar la localización superficial del sismo.

MAGNITUD

La magnitud representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es única, no está relacionada con el lugar de ubicación de un punto geográfico.

A continuación, se describen las escalas de magnitud que han sido formuladas a lo largo del tiempo, actualmente la más utilizada a nivel mundial es la escala de momento sísmico.



Magnitud ML, parámetro de magnitud propuesto por Richter en 1935, para aplicarla en sismos del Sur de California. La definición original está dada en función de la amplitud máxima de las ondas sísmicas, registradas en un sismógrafo Wood-Anderson ubicado a 100 km de distancia del epicentro. Esta escala comenzó a traer problemas cuando se aplicó a distintas regiones, ya que la forma de los registros depende del tipo de sismo y el tipo de estructura donde se propagan las ondas sísmicas; esto a su vez responde a características particulares del terreno.

Magnitud mb, utilizada para el cálculo de la magnitud de telesismos (sismos ubicados a distancias mayores a 500 km), con hipocentros (0-70 km) superficiales. Su cálculo está basado en el análisis de las ondas internas.

Magnitud MS, magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para telesismos superficiales.

Magnitud Md, magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico. Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmica y los sismogramas se saturan, en estos casos es difícil identificar la amplitud de la señal. La cuantificación de esta magnitud está en función de la duración de la señal y la distancia epicentral (Lee, 1972).

Magnitud Mw, calculada a partir del momento sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica: rigidez del medio donde se produce el movimiento (u), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (D)).

$$M_w = (2/3) \log M_0 - 10.7$$

Donde: M_0 es el momento escalar en dinas-cm.

INTENSIDAD SÍSMICA

La intensidad sísmica es una medida cualitativa de los efectos causados en las personas, viviendas, infraestructura y en la naturaleza. A diferencia de la magnitud, la intensidad originada por un sismo puede variar en distintos puntos geográficos, mientras más cerca esté el epicentro los efectos serán mayores.

La escala de intensidad sísmica más utilizada en nuestro medio es la escala de Mercalli Modificada que tiene doce grados los cuales se expresan en números romanos.

DISTANCIA AL EPICENTRO

La distancia epicentral es la distancia horizontal entre el epicentro y un punto de interés en la superficie. Es un parámetro fundamental para estimar cómo se atenúa la energía sísmica con la distancia, y juega un papel esencial en las leyes de atenuación (o leyes de propagación de sacudimiento) usadas en la evaluación del peligro sísmico.



3.5.1.2.2 FUENTES SISMOGÉNICAS EN EL PERÚ

Los sismos (o terremotos) son eventos que inducen sacudidas bruscas y de corta duración en la corteza terrestre (de segundos hasta minutos, según la magnitud). Se originan por la reactivación de fallas geológicas; la ruptura en profundidad (hipocentro) libera energía que se propaga en forma de ondas sísmicas, produciendo deformaciones, fracturas del terreno y, como efectos secundarios, movimientos de masa, licuefacción de suelos, actividad volcánica o tsunamis, con pérdidas humanas y materiales asociadas.

En el marco de la sismotectónica peruana, las fuentes sismogénicas se identifican habitualmente en **tres grandes clases**:

1. Zona de contacto entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana (fuentes de interface o interplaca),
2. Deformaciones de la corteza continental (fuentes corticales, fallas locales),
3. Deformaciones dentro de la propia placa oceánica (fuentes intraplaca), especialmente para sismos de foco profundo (> 61 km).

Este esquema de tres fuentes es el que emplea el Mapa de Peligro Sísmico del Perú (SIGRID / IGP) para clasificar las fuentes sismogénicas nacionales.

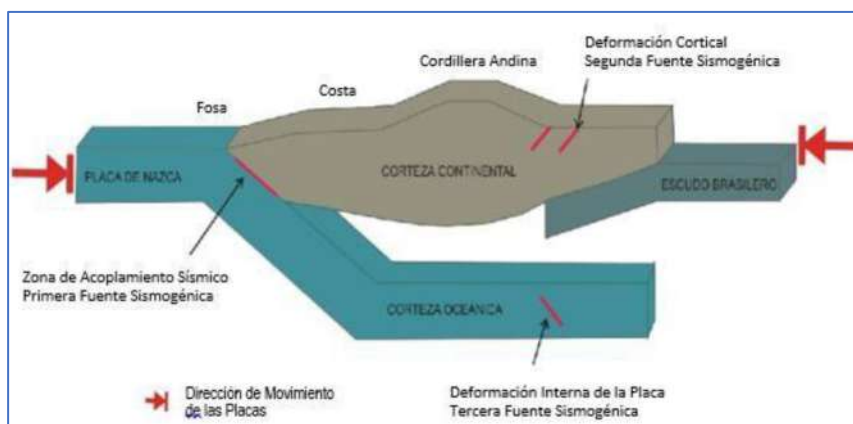
El **Instituto Geofísico del Perú (IGP)**, mediante su Centro Sismológico Nacional (CENSIS), monitorea en tiempo real los sismos en el país, registrando parámetros como magnitud, profundidad y localización.

Como ejemplos ilustrativos que corresponden a esas fuentes:

- El **terremoto de Pisco** del 15 de agosto de 2007 ($M_w \approx 8.0$) ocurrió en la fuente de interface entre Nazca y Sudamérica, registrando intensidades locales de VII–VIII (Mercalli Modificada) y causando más de 500 muertes y daños masivos en infraestructura.
- El **sismo del Nororiente de 1991**, ocurrido cerca de Moyobamba el 5 de abril, se atribuye a deformaciones corticales en la corteza terrestre (fuentes locales), con intensidades mayores (VII en escala de Mercalli) y daños severos.
- Para la fuente intraplaca, un caso representativo es el sismo de **Contamana / Pucallpa** del 24 de agosto de 2011 ($M_w 7.0$), con foco profundo (~145 km), que generó intensidades moderadas (V en algunas zonas), licuefacción y deslizamientos en localidades cercanas al epicentro.

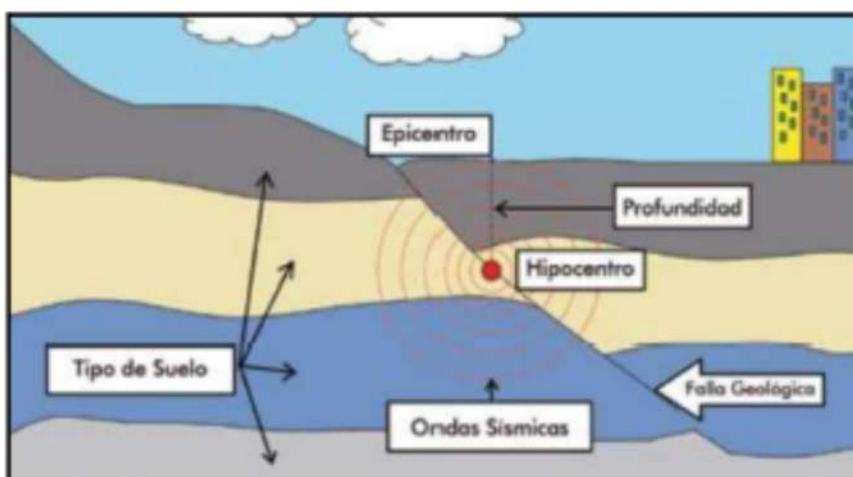


Figura 20 – Geometría de la Subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en Perú



Fuente: IGP- Instituto geofísico del Perú.

Figura 21 – Sismo originado por falla geológica



Fuente: CENEPRED

MAPA SISMICO DEL PERU

El Mapa Sísmico del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a 4.0 en la escala "magnitud momento" (M_w) ocurridos durante el periodo 1960-2024. La información utilizada corresponde a los catálogos del Instituto Geofísico del Perú y de Engdahl & Villaseñor (2002). Los sismos fueron clasificados en función de la profundidad de sus focos en superficiales, intermedios y profundos. En el mapa, el tamaño de los símbolos indica la magnitud del sismo y representa la cantidad de energía liberada y que puede ser expresada en las escalas de Richter (ML), ondas de volumen (mb), ondas superficiales (M_s) y recientemente a partir del momento sísmico (M_w). Otra manera de cuantificar al sismo es por la fuerza del sacudimiento del suelo y por los daños que causan en las zonas urbanas, siendo medido con grados de intensidad en la escala de Mercalli Modificada (MM). Debe

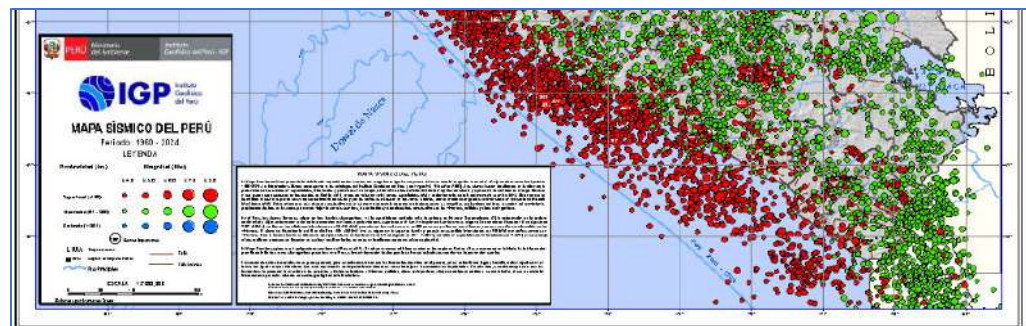


entenderse que el poder destructivo de un sismo y/o terremoto depende de factores como su magnitud, profundidad del foco, duración del movimiento, propiedades físicas de las rocas por donde viajan las ondas sísmicas, los materiales y características constructivas de las viviendas, edificios y obras de ingeniería.

El Mapa Sísmico sugiere que la peligrosidad sísmica en el Perú es ALTA. Se observa mayor actividad sísmica en las regiones Centro y Sur, y moderada en la Norte. Esta información permite delimitar las zonas sismogénicas presentes en el Perú, siendo información básica para los diversos estudios que conlleve a la prevención sísmica.

La ocurrencia de los terremotos no se puede predecir, pero se debe considerar que los terremotos ocurridos en el pasado, en un determinado lugar y tamaño, deben repetirse en el futuro con igual o mayor intensidad. Con esta aseveración es importante considerar un arduo trabajo en la educación de la población. Por otro lado, se debe comprender que los terremotos no producen la muerte de las personas, sino las estructuras (viviendas, edificios, obras de ingeniería, etc.) que colapsan debido a su mal diseño, al uso de material inadecuado o por estar situados en suelos geológicamente inestables.

Figura 22 - Mapa sísmico del Perú en la zona de evaluación.



Fuente IGP

3.5.1.2.3 SISMICIDAD HISTÓRICA DE PERÚ.

En el Perú, los sismos constituyen una amenaza natural permanente, debido a la ubicación geográfica del país sobre la zona de subducción de la placa de Nazca y la deformación continua de la corteza continental y oceánica (IGP, 2024). Esta interacción tectónica define la fuente principal de actividad sísmica, caracterizada no solo por la ocurrencia de eventos superficiales y profundos, sino por la presencia de condiciones geológicas locales —como suelos blandos, rellenos o zonas licuables— que pueden amplificar significativamente la intensidad del daño estructural (IGP, 2022).

A continuación, se describen los algunos sismos importantes:



Sismo del 30 de mayo de 1970

Ocurrió aproximadamente a las 13.24 horas, con epicentro en Chimbote y efectos dramáticos en los pueblos de la Costa y Callejón de Huaylas, por el desprendimiento de una parte del nevado del Huascarán, cuyo lodo sepultó al pueblo de Yungay con sus veinte mil habitantes.

Sismo del 12 noviembre de 1996 (Informe del IGP).

Ocurrió con una magnitud 7.7Mw, produciendo una ruptura de 120 Km (Tavera 1998) que afectó principalmente a la localidad de Nasca, Departamento de Ica. Con epicentro localizado por el Instituto Geofísico del Perú a 135 km al Sur-Oeste de la localidad de Nazca, fue seguido por 150 réplicas durante las primeras 24 horas causando alarma en las localidades de Nazca, Palpa, Ica, Acarí y Yauca, las mismas que soportaron intensidades máximas de VII (MM) durante el terremoto principal.

El Sistema de Defensa Civil (INDECI) reportó 17 personas muertas, 1500 heridos y 100,000 damnificados. En cuanto a infraestructura más de 5,000 viviendas fueron destruidas, 12,000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue del orden de 42 millones de dólares.

Sismo del 23 junio 2001

Este sismo ocurrió el 23 – 06 – 01 a las 15 horas 36 minutos, con una magnitud de Mw 8.2 e intensidad de VII a VIII en la ciudad de Tacna. El epicentro fue ubicado entre las coordenadas de 16.08° S, 73.77° W; esto es a 82 km al NW de la localidad de Ocoña, departamento de Arequipa. Las réplicas más fuertes fueron ubicadas frente a Camaná, Mollendo (6.3 Ms) y Punta de Bombón.

El sismo se inició con un ruido suave y movimiento lento, después de 10 segundos la energía eléctrica se cortó, instante en que se incrementó el ruido y el movimiento, es cuando la mayoría de la gente corre a las calles desesperadamente, a los 18 segundos aproximadamente aumentó el movimiento y el ruido fue ensordecedor. Después de 35 a 40 segundos de iniciado el movimiento, se experimentó el movimiento más fuerte, y es cuando las paredes de los edificios se movían a manera de un péndulo invertido cual amenazante para venirse encima de la población atemorizada. Los que se encontraban viajando dentro de los buses urbanos no se explicaban por qué la gente corría a las calles, también observaron como el piloto del bus no podía controlar al vehículo, de que era un sismo y fueron presa del pánico, abandonando el vehículo y correr hacia sus casas.



Sismo de 15 agosto del 2007.

El 15 de agosto del 2007 ocurrió un sismo con origen en la zona de convergencia de las placas, el cual fue denominado como "el sismo de Pisco" debido a que su epicentro fue ubicado a 60 km al Oeste de la ciudad de Pisco. Este sismo tuvo una magnitud de momento sísmico $M_w=7.9$ de acuerdo con el Instituto Geofísico del Perú y de 8.0 según el Nacional Earthquake Center (NEIC). El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente el 80%) y menor en las localidades aledañas, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VII en la escala de Mercalli Modificada (MM) en las localidades de Pisco, Chíncha y Cañete, V y VI en la ciudad de Lima.

HISTORIA SÍSMICA EN LA REGIÓN TACNA.

La región de Tacna, como toda la región sur del Perú, cuenta con una data importante de sismos, los mismos que causaron grandes daños en nuestra región. Entre los sismos de mayor intensidad tenemos:

Tabla 29: Escala de Magnitud de momento (M_w).

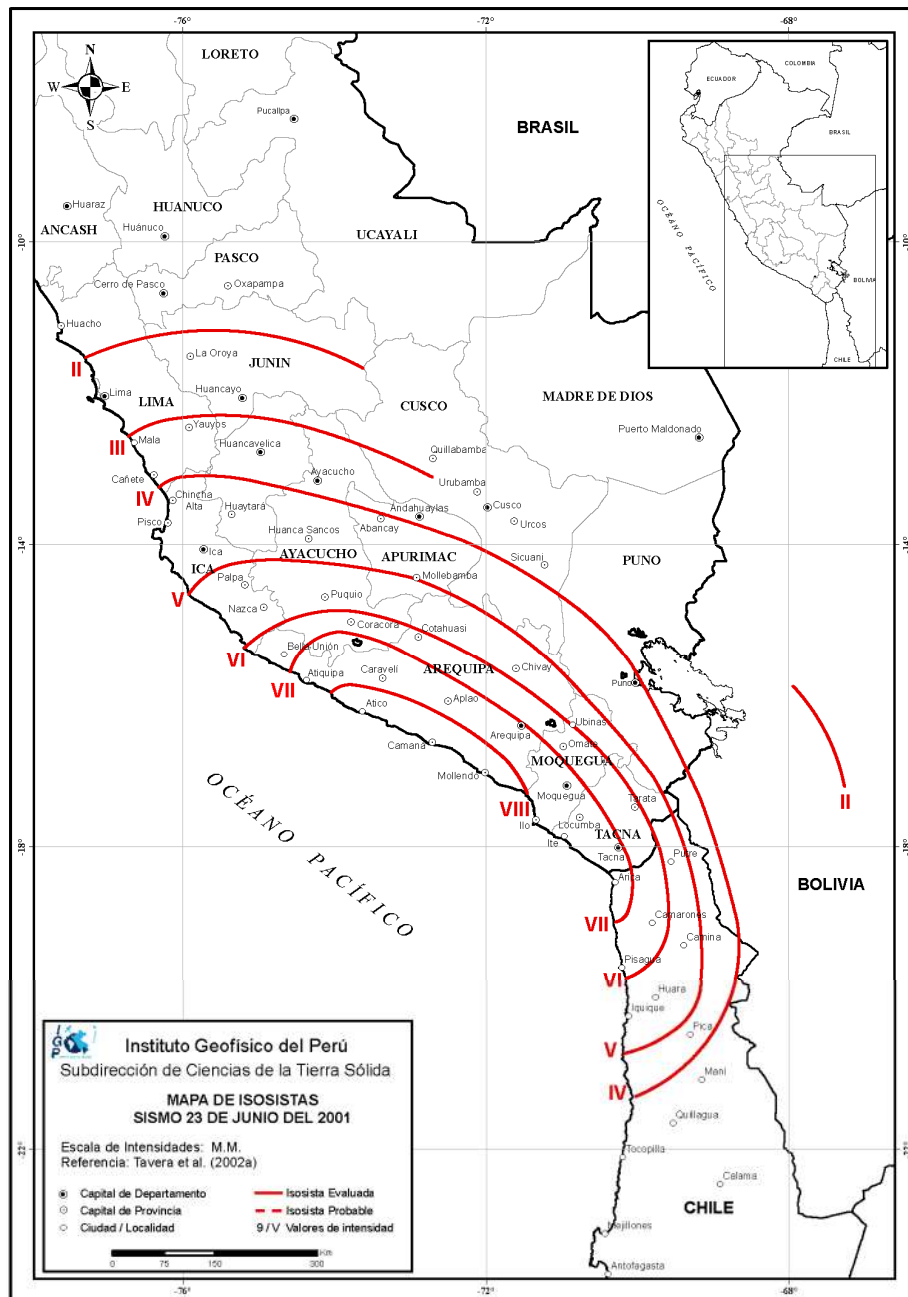
FECHA	DESCRIPCION
22 de enero de 1582	Sismo del con intensidades de X MM en Socabaya i IX en Arequipa.
19 de febrero de 1600	Sismo con una intensidad de XI en el área del volcán Huaynaputina.
28 de febrero de 1600	Con intensidad de X en Omate
24 de noviembre de 1604	Con intensidad en Arequipa, Arica, Tacna y Moquegua.
18 de septiembre de 1833	Con intensidad VII en Tacna
13 de agosto de 1868	Sismo con intensidad XI en la Calera, X en Arica y IX en Arequipa, Tacna e Ilo, se estimó una magnitud de 9.0 M_w . El evento fue seguido de un tsunami que dañó seriamente a los puertos del sur peruano y norte chileno.
09 de mayo de 1877	Sismo con intensidad VIII en Arica, Mollendo e Ilo.
23 de enero de 1878	Sismo con intensidad de VII en Tarapacá.
04 de mayo de 1906	Sismo con intensidad de VII en Tacna y VI en Arica.
16 de junio de 1908	Sismo con intensidad de VII en Tacna y Arica.
04 de diciembre de 1934	Sismo con una intensidad de VI en Tacna y Arica.
11 de mayo de 1948	Sismo con intensidad de VI en Arequipa y Tacna.
03 de octubre de 1951	Sismo con intensidad VII en Tacna.
15 de enero de 1958	Sismo con una intensidad de VIII en Arequipa.
13 de enero de 1960	Sismo con una intensidad de VII en Arequipa.
16 de febrero de 1979	Sismo con intensidad de VII en Camaná y Corire.
08 de agosto 1987	Sismo con una intensidad de VI en Tacna y VII en Arica.
12 de noviembre de 1996	Sismo con magnitud de 7.7 M_w , con intensidad de VII en Nazca, Palpa, Ica, Acari y Llauca. Reporto 17 personas muertas, 1500 heridos y 100,000 damnificados. En cuanto a infraestructura más de 5,000 viviendas fueron destruidas, 12,000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue el orden de 42 millones de dólares.
23 de junio del 2001	Sismo de 8.2 M_w de magnitud, cuyo epicentro se localizó en el Océano Pacífico frente a la localidad de Ocoña en Arequipa. Este sismo causó gran daño a la ciudad de Tacna, en donde los mayores daños físicos fueron a las viviendas e



	incluso con pérdidas de vidas humanas, se dieron en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza.
01 de abril del 2014	Tuvo como epicentro 89 km al suroeste de la localidad de Cuya, en el Océano. Frente a la costa de Tarapacá en el norte de Chile, en donde alcanzó una magnitud de VII, causando muchos daños en la ciudad de Iquique. No obstante, la distancia de este sismo en la ciudad de Tacna alcanzó una magnitud alta, causando gran temor en la población.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

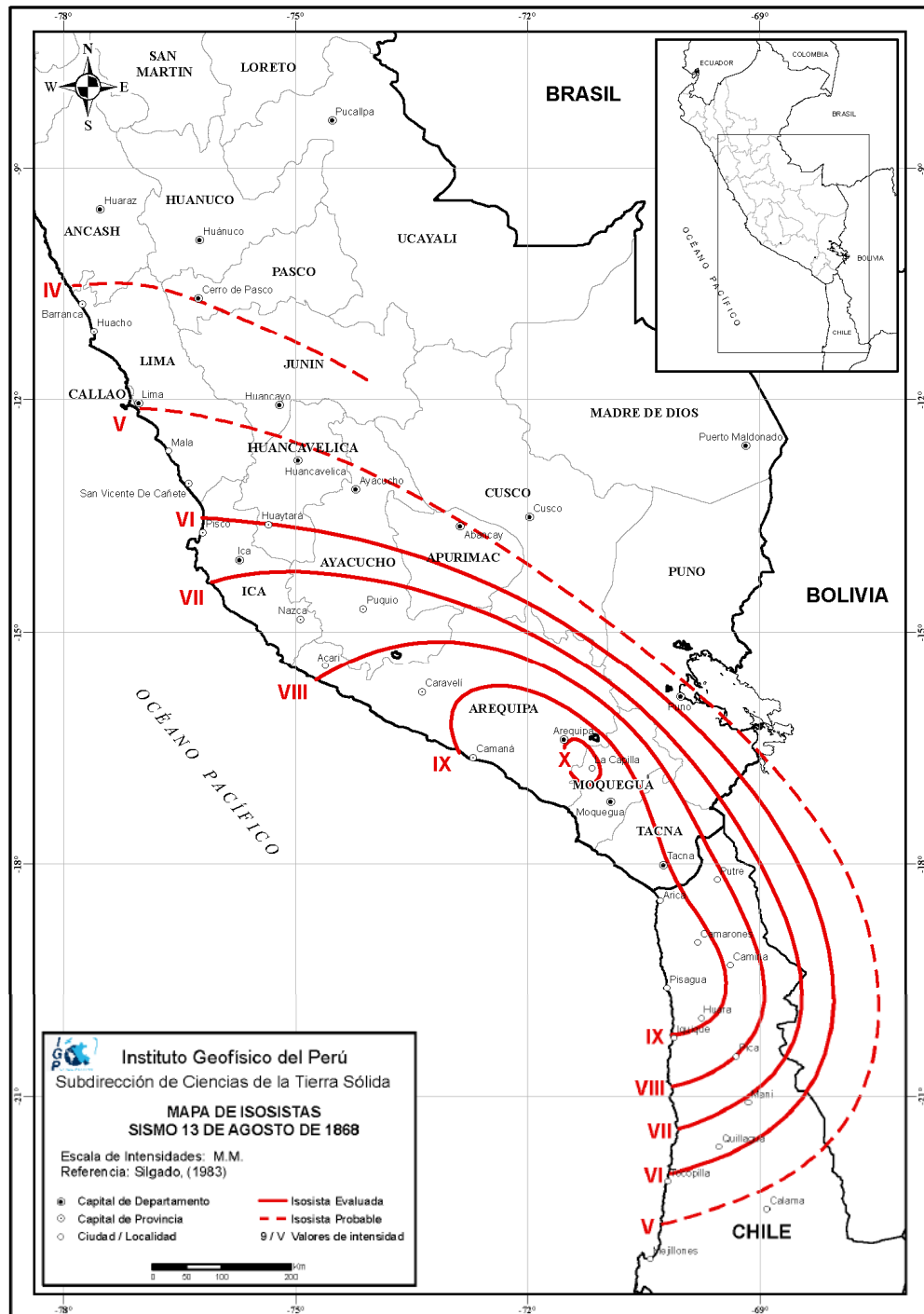
Figura 23 - Isosistas del Sismo del 23 junio del 2001.



Fuente: (IGP, 2016) Catálogo General de Isosistas para Sismos Peruanos.



Figura 24 - Isosistas del Sismo del 13 de agosto de 1868.



Fuente: (IGP, 2016) Catálogo General de Isosistas para Sismos Peruanos.



3.5.2 PARAMETROS DE EVALUACION

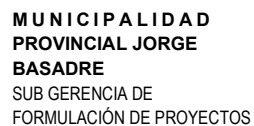
Es la manifestación de la amenaza sobre el área de influencia del peligro evaluado y que ha sido originado por la magnitud del factor desencadenante, la cual representa la intensidad del evento. Cabe mencionar que los parámetros de evaluación deben considerarse como unidades cartografiables que han sido reconocidas en el área de injerencia, ya que permiten caracterizar la intensidad con que un peligro afecta un área geográfica determinada, además de estar referida a evidencias del peligro, tales como marcas (alturas, volúmenes o áreas).

Para el presente estudio, al tratarse del peligro de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL, se ha utilizado los parámetros de evaluación, **Áreas de deslizamiento**.

3.5.2.1 AREAS DE DESLIZAMIENTO

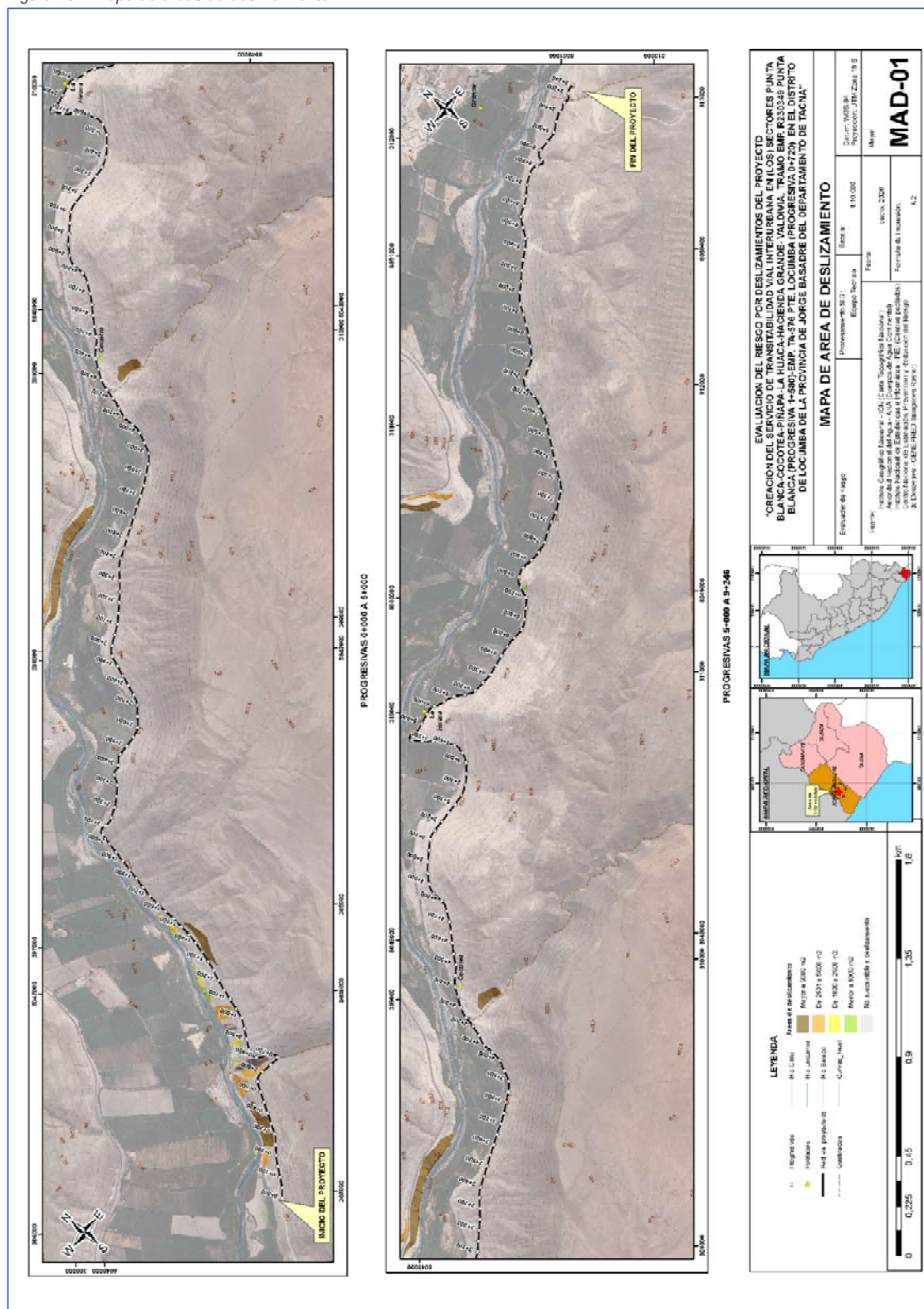
La selección del parámetro **Áreas de Deslizamiento** como indicador principal de la magnitud del peligro se fundamenta en la relación directa entre la extensión superficial del movimiento y el volumen de masa desplazada, lo cual determina la severidad del impacto sobre la infraestructura vial. En el contexto geomorfológico de Locumba, donde predominan laderas con materiales aluviales y coluviales de baja cohesión, el tamaño de la cicatriz de deslizamiento —identificado mediante el análisis de ortofotos y validación en campo— permite cuantificar la energía del evento y su capacidad de obstrucción o destrucción de la plataforma.

La identificación y delimitación de las áreas de deslizamiento en el corredor vial del distrito de Locumba fue realizada por el equipo técnico especializado mediante un enfoque multitemporal y de validación directa. El proceso inició con la fase de gabinete, donde se realizó el análisis geoespacial del mapa de pendientes para identificar zonas de ruptura de talud y la interpretación de la ortofoto de alta resolución proveniente del levantamiento topográfico, permitiendo ubicar cicatrices históricas y depósitos coluviales. Posteriormente, se ejecutó la fase de campo, consistente en recorridos de reconocimiento geológico para validar las unidades identificadas, medir las dimensiones de los deslizamientos activos y latentes, y verificar la naturaleza del material desplazado. Finalmente, se procedió a la cartografía digital y categorización de las áreas en cinco rangos de severidad, basándose en la extensión superficial como indicador de la magnitud del peligro.



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA EL
PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL
INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA -
PIÑANA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP.
R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE.
LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA
PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA".**

Figura 25 – Mapa de áreas de deslizamiento.



Fuente: Equipo Técnico

HANDASA BABUP E.I.R.L.
RUC: 20612109004

ING. GIOVANNA DE LIA LOSTAUNAU HUIJAR
GERENTE GENERAL

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES N° 138-2018 - CENEPREDJ



3.5.2.2 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE DESLIZAMIENTO

Los factores que fueron evaluados por el equipo técnico, base a los resultados de las prospecciones de campo, como se describe a continuación:

- Áreas de deslizamiento

3.5.2.2.1 PARAMETRO DE EVALUACION: ÁREAS DE DESLIZAMIENTO

Tabla 13: Descriptores de Intensidad de Mercalli Modificada (MMI) del peligro DESLIZAMIENTO

AREAS DE DESLIZAMIENTO	Descripción
Mayor a 5000 m ²	Deslizamientos de gran magnitud que implican el colapso masivo de taludes. Pueden causar el cierre total de la vía por tiempo prolongado, destrucción de la plataforma vial y requieren obras de ingeniería mayor.
De 2500 a 5000 m ²	Movimientos en masa de magnitud considerable que cubren ambos carriles de la vía. Generan daños estructurales en obras de arte (alcantarillas, muros de contención) y requieren maquinaria pesada para la rehabilitación del tránsito.
De 1000 a 2500 m ²	Deslizamientos moderados que suelen obstruir parcialmente la calzada. El impacto se limita a la interrupción temporal del flujo vehicular y daños menores en bermas o señalización.
Menor a 1000 m ²	Desprendimientos menores o flujos localizados que afectan áreas adyacentes a la vía. No comprometen la integridad de la estructura vial, aunque requieren limpieza rutinaria de cunetas.
No susceptible a deslizamientos	Caída de rocas o material suelto de forma puntual y aislada. El riesgo de interrupción vial es mínimo y la capacidad de respuesta local es inmediata.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Matriz de comparación de pares de Áreas de deslizamiento

AREAS DE DESLIZAMIENTO	Mayor a 5000 m ²	De 2500 a 5000 m ²	De 1000 a 2500 m ²	Menor a 1000 m ²	No susceptible a deslizamientos
Mayor a 5000 m ²	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 2500 a 5000 m ²	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 1000 a 2500 m ²	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menor a 1000 m ²	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
No susceptible a deslizamientos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia



Tabla 15: Matriz de normalización para Áreas de deslizamiento

AREAS DE DESLIZAMIENTO	Mayor a 5000 m2	De 2500 a 5000 m2	De 1000 a 2500 m2	Menor a 1000 m2	No susceptible a deslizamientos	Vector Priorización
Mayor a 5000 m2	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 2500 a 5000 m2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 1000 a 2500 m2	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Menor a 1000 m2	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
No susceptible a deslizamientos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Índice de consistencia y relación de Consistencia;

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.01 (*)	RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

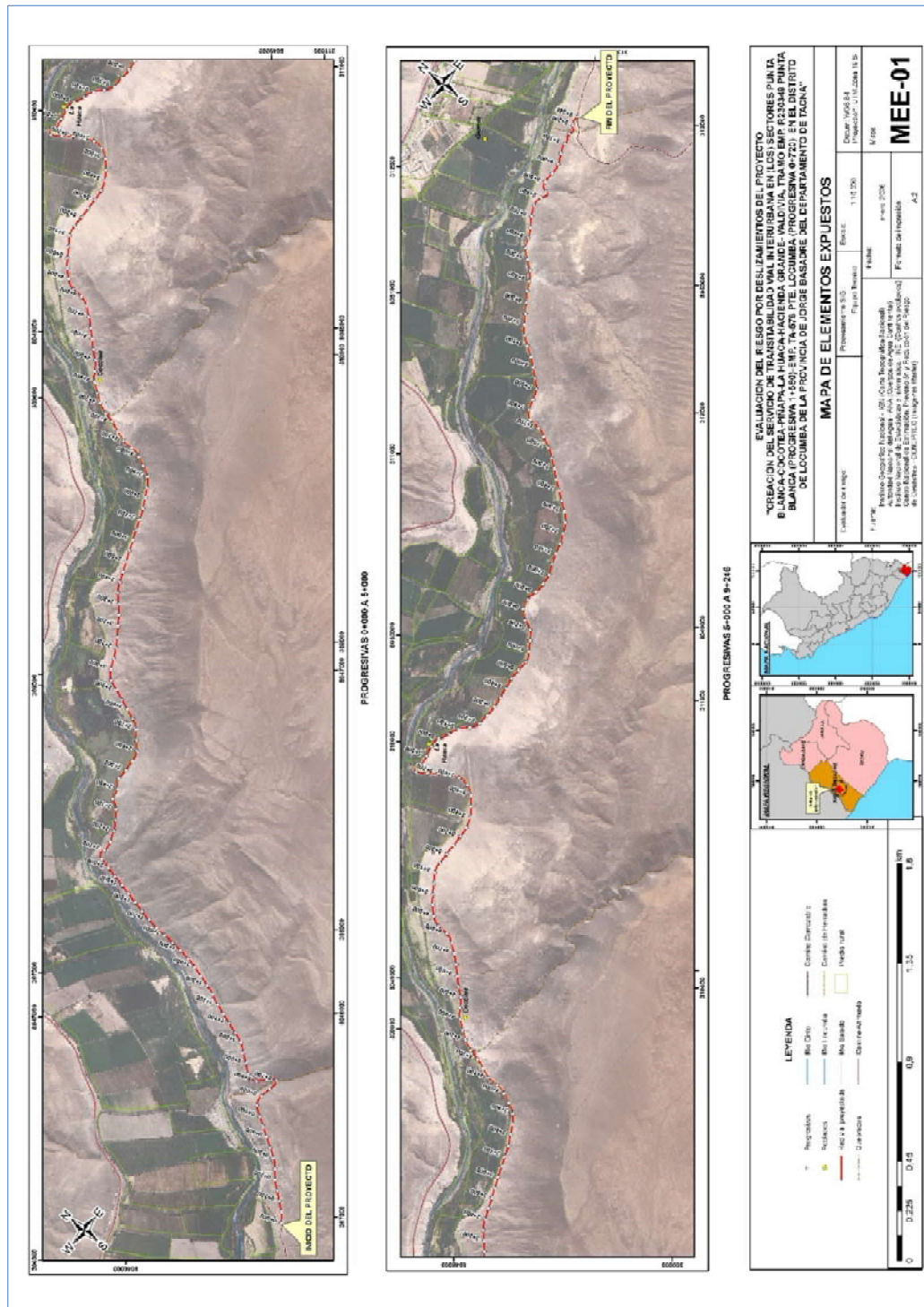
3.6 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En la determinación de peligros, se halla un área potencial de impacto al peligro, dentro de la cual se identificó los elementos expuestos ubicadas en zonas susceptibles que pueden sufrir los efectos de un determinado peligro, para lo cual se utilizó el SIGRID como fuente de información en base al área de influencia. De acuerdo al área de influencia, se ha determinado los elementos expuestos susceptibles ante el peligro de DESLIZAMIENTO según se indica a continuación:

3.6.1 DELIMITACION DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Se ha utilizado el área de influencia para tomar en cuenta la delimitación de elementos expuestos, mediante el consolidado de base de datos del SIGRID, se ha exportado el área de influencia en formato kml, para realizar el diagnostico de territorio dándonos un diagnóstico de elementos expuestos y ser considerados en el mapa de elementos expuestos del presente estudio.

Figura 26 - Mapa de elementos expuestos;



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la vista realizada, se tienen como predominantes elementos expuestos a las localidades adyacentes a la vía proyectada, asimismo, de acuerdo al portal de SIGRID,



cerca al área de estudio se observan Instituciones educativas, Establecimientos de salud, grifos y redes viales.

3.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico)¹

Para la evaluación de la susceptibilidad y de ocurrencia de DESLIZAMIENTO se pudo obtener a partir de imágenes satelitales, información técnico científica y visitas en campo como base principal, para las **"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"** se consideraron los siguientes factores:

Tabla 17: Factores desencadenantes y condicionantes;

Factor desencadenante	Factores condicionantes		
Magnitud de momento	Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas

Fuente: Elaboración propia

La metodología por utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

3.7.1 FACTOR DESENCADENANTE

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico, para el presente estudio el parámetro desencadenante para el peligro de DESLIZAMIENTO es la **Magnitud de momento**.

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

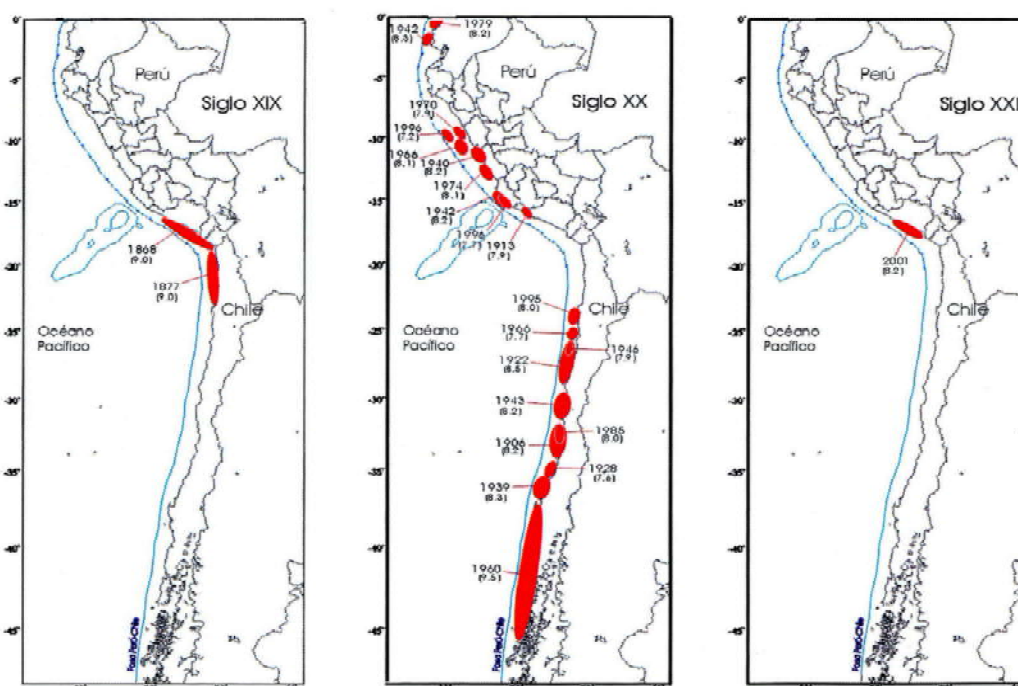
¹ CENEPRED, en su MANUAL PARA LA EVALUACION DE RIESGOS ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES 02 VERSION aprobado mediante Resolución Jefatural N°112-2014-CENEPRED/J, Pg. 106



a) Magnitud de momento

De acuerdo con la distribución espacial de las áreas de ruptura en el borde occidental del Perú, para la región sur se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que probablemente viene acumulando deformación desde el año 1868, fecha en que habría ocurrido, quizás el evento sísmico de mayor magnitud en el Perú. Los sismos ocurridos en los años 1746, 1868 y 1877, presentaron magnitudes mayores a 8.0 (Mw) por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aún acumulada en la región sur (Tavera, 2020).

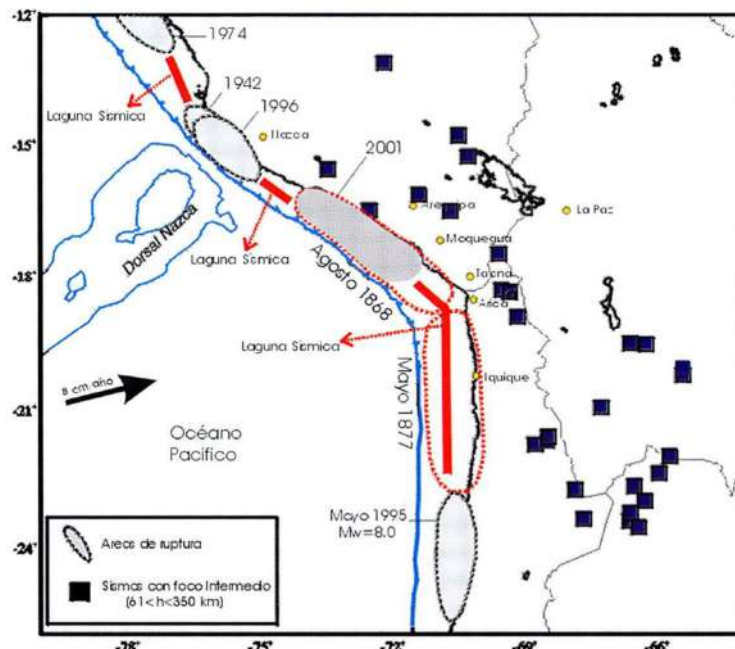
Figura 27 - Distribución de áreas de ruptura de grandes sismos ocurridos en el borde oeste de Sudamérica durante los siglos XIX, XX Y XXI



Fuente: Tavera & Bernal (2005).



Figura 28 - Distribución de las áreas de ruptura de grandes sismos asociados al proceso de subducción y ocurridos en la región Sur de Perú y Norte de Chile durante los siglos XIX, XX y XXI. Las superficies sombreadas corresponden a las áreas de ruptura y las barras en rojo, a las lagunas sísmicas. Las áreas encerradas con interlineado corresponden a los sismos de 1868 y 1877.



Fuente: Tavera & Bernal (2005).

El análisis de las áreas de ruptura de los grandes sismos en el borde oeste del Perú ha evidenciado que esta zona de convergencia de placas posee un alto potencial sísmico. Si bien las investigaciones y métodos geofísicos han permitido identificar las regiones propensas y estimar la magnitud probable de los sismos a partir de su historia sísmica, aún no es posible predecir con exactitud la fecha de ocurrencia. En conclusión, aunque se ha avanzado en el conocimiento del lugar y tamaño de los futuros eventos, la predicción completa de los sismos sigue siendo un desafío debido a la complejidad de los procesos tectónicos.

En el análisis del factor desencadenante se consideró el rango de 100 a 200 km. cuyo origen es ocasionado por la colisión de placas tectónicas entre 100 a 200 km en el borde occidental del país, a consecuencia del efecto de subducción de la placa Nazca y la placa sudamericana, liberando una energía de magnitud entre 7 – 8.9 (Mw).



Tabla 18: Escala de Magnitud de momento (M_w) del peligro DESLIZAMIENTO

MAGNITUD DE MOMENTO	DESCRIPCION
Mayor a 8.5	Grandes terremotos.
6.0 a 8.5	Sismo mayor.
4.5 a 5.9	Puede causar daños menores en la localidad.
3.5 a 4.4	Sentido por mucha gente.
Menor a 3.4	No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.

Fuente: PREDES

Tabla 19: Matriz de comparación de pares

MAGNITUD DE MOMENTO	Mayor a 8.5	6.0 a 8.5	4.5 a 5.9	3.5 a 4.4	Menor a 3.4
Mayor a 8.5	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 a 8.5	0.33	1.00	2.00	3.00	7.00
4.5 a 5.9	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
3.5 a 4.4	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Menor a 3.4	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.98	8.83	13.50	22.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.05

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20: Matriz de normalización de Magnitud de momento;

MAGNITUD DE MOMENTO	Mayor a 8.5	6.0 a 8.5	4.5 a 5.9	3.5 a 4.4	Menor a 3.4	Vector Priorizacion
Mayor a 8.5	0.560	0.603	0.566	0.519	0.409	0.531
6.0 a 8.5	0.187	0.201	0.226	0.222	0.318	0.231
4.5 a 5.9	0.112	0.100	0.113	0.148	0.136	0.122
3.5 a 4.4	0.080	0.067	0.057	0.074	0.091	0.074
Menor a 3.4	0.062	0.029	0.038	0.037	0.045	0.042
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.016
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.015

Fuente: elaboración propia.



3.7.2 FACTORES CONDICIONANTES

Estos factores son los propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, los factores condicionantes son: **Pendiente, Unidades Geomorfológicas y Unidades Geológicas.**

Tabla 22: Descripción de los Factores Condicionantes;

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPTORES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES		
D1	Cond_1	Pendiente
D2	Cond_2	Unidades Geomorfológicas
D3	Cond_3	Unidades Geológicas

Se ha continuado con realizar los cálculos para obtener sus respectivos pesos, así como también los pesos de los descriptores de cada parámetro

Tabla 23: Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes;

PARÁMETRO	PENDIENTE	UNIDADES GEOMORFOLOGICA S	UNIDADES GEOLOGICAS
PENDIENTE	1.00	2.00	3.00
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	0.50	1.00	2.00
UNIDADES GEOLOGICAS	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: elaboración propia.

Ahora se procede a realizar la matriz de normalización donde nos muestra el vector de priorización (que nos mostrara los pesos ponderados). Indicándonos la importancia de cada parámetro en el análisis.



Tabla 24: Matriz de normalización de los factores condicionantes;

PARÁMETRO	PENDIENTE	UNIDADES GEOMORFOLOGICA S	UNIDADES GEOLOGICAS	Vector Priorización
PENDIENTE	0.545	0.571	0.500	0.539
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	0.273	0.286	0.333	0.297
UNIDADES GEOLOGICAS	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Continuamos calculando la relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), que nos confirma que nuestro criterio utilizado para la comparación de pares es el más adecuado.

Tabla 25: Índice de consistencia y relación de Consistencia;

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.01 (*)	RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

3.7.2.1 FACTOR PENDIENTE

Tabla 26: Factor condicionante: Pendiente;

PENDIENTE	Muy Fuerte ($35^\circ < P$)	Fuerte ($25^\circ < P \leq 35$)	Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$)	Baja ($5^\circ < P \leq 15^\circ$)	Muy Baja ($P \leq 5^\circ$)
Muy Fuerte ($35^\circ < P$)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Fuerte ($25^\circ < P \leq 35$)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Baja ($5^\circ < P \leq 15^\circ$)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Baja ($P \leq 5^\circ$)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia



Tabla 27: Matriz de normalización para el Pendiente;

PENDIENTE	Muy Fuerte (35° < P)	Fuerte (25° < P ≤ 35)	Media (15° < P ≤ 25°)	Baja (5° < P ≤ 15°)	Muy Baja (P ≤ 5°)	Vector Priorizacion
Muy Fuerte (35° < P)	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Fuerte (25° < P ≤ 35)	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Media (15° < P ≤ 25°)	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Baja (5° < P ≤ 15°)	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Muy Baja (P ≤ 5°)	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 28: Índice de consistencia y relación de Consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.047
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.043

Fuente: elaboración propia



3.7.2.1 FACTOR UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Tabla 29: Factor condicionante de Unidades Geomorfológicas;

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento o	RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria	RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria	T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial	C-fl, Cauce fluvial
Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
C-fl, Cauce fluvial	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.81	4.84	8.53	15.50	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30: Matriz de normalización para Unidades Geomorfológicas;

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento o	RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria	RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria	T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial	C-fl, Cauce fluvial	Vector Priorizacion
Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento	0.552	0.619	0.586	0.387	0.375	0.504
RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria	0.184	0.206	0.234	0.323	0.292	0.248
RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria	0.110	0.103	0.117	0.194	0.208	0.147
T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial	0.092	0.041	0.039	0.065	0.083	0.064
C-fl, Cauce fluvial	0.061	0.029	0.023	0.032	0.042	0.038
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31: Índice de consistencia para Unidades Geomorfológicas;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.039
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.035

Fuente: elaboración propia.



3.7.2.2 FACTOR UNIDADES GEOLÓGICAS

Tabla 32: Matriz de comparación de pares para Unidades Geológicas;

UNIDADES GEOLOGICAS	Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno	Qh-col, Deposito coluvial	PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior	Qh-al, Deposito aluvial Qh- fl_al, Deposito fluvio aluvial	Qh-fl, Deposito fluvial
Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Qh-col, Deposito coluvial	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Qh-al, Deposito aluvial Qh-fl_al, Deposito fluvio aluvial	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Qh-fl, Deposito fluvial	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33: Matriz de normalización para Unidades Geológicas;

UNIDADES GEOLOGICAS	Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno	Qh-col, Deposito coluvial	PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior	Qh-al, Deposito aluvial Qh- fl_al, Deposito fluvio aluvial	Qh-fl, Deposito fluvial	Vector Priorizacion
Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno	0.560	0.619	0.586	0.424	0.375	0.513
Qh-col, Deposito coluvial	0.187	0.206	0.234	0.303	0.292	0.244
PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior	0.112	0.103	0.117	0.182	0.208	0.144
Qh-al, Deposito aluvial Qh-fl_al, Deposito fluvio aluvial	0.080	0.041	0.039	0.061	0.083	0.061
Qh-fl, Deposito fluvial	0.062	0.029	0.023	0.030	0.042	0.037
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34: Índice de Consistencia para Unidades Geológicas;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.035
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.032

Fuente: Elaboración propia



3.8 MATRIZ DE PONDERACION DEL PELIGRO

A continuación, se hace presente el resumen de los pesos otorgados al factor desencadenante, factores condicionantes, susceptibilidad y parámetros de evaluación.

Tabla 35: Resumen de los parámetros considerados para la obtención del peligro

MATRIZ DE PONDERACION DEL PELIGRO							
0.400	SUSCEPTIBILIDAD	0.400	FACTOR DESENCADENANTE	1.000	MAGNITUD DE MOMENTO	Mayor a 8.5	0.531
						6.0 a 8.5	0.231
						4.5 a 5.9	0.122
						3.5 a 4.4	0.074
						Menor a 3.4	0.042
		0.600	FACTORES CONDICIONANTES	0.539	PENDIENTE	Muy Fuerte (35° < P)	0.474
						Fuerte (25° < P ≤ 35)	0.286
						Media (15° < P ≤ 25°)	0.136
						Baja (5° < P ≤ 15°)	0.069
						Muy Baja (P ≤ 5°)	0.035
	0.297			UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento	0.504	
					RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria	0.248	
					RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria	0.147	
					T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial	0.064	
					C-fl, Cauce fluvial	0.038	
	0.164			UNIDADES GEOLOGICAS	Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno	0.513	
					Qh-col, Deposito coluvial	0.244	
					PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior	0.144	
					Qh-al, Deposito aluvial Qh-fl_al, Deposito fluvio aluvial	0.061	
					Qh-fl, Deposito fluvial	0.037	
	0.600	PARAMETROS DE EVALUACION	1.000	AREAS DE DESLIZAMIENTO	Mayor a 5000 m2	0.503	
					De 2500 a 5000 m2	0.260	
					De 1000 a 2500 m2	0.134	
					Menor a 1000 m2	0.068	
					No susceptible a deslizamientos	0.035	

Fuente: Elaboración propia



3.9 DEFINICION DE ESCENARIOS

De acuerdo a lo descrito en los ítems anteriores y considerando el evento historio del sismo del 23 de junio de 2001 de magnitud momento de 6,9 en la escala de Richter (ML) y de 7.9 en la escala de magnitud momento (Mw) con una profundidad de 33km con epicentro a 82 km de Ocoña, provincia de Camaná, se ha considerado para la ciudad de Tacna un escenario superior al dato histórico mencionado; **se ha considerado un escenario alto:**

La Magnitud de momento, como factor desencadenante, con eventos entre 6.0 a 8.5Mw, podría originar DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL evaluando parámetros de evaluación de áreas susceptibles a deslizamientos y teniendo condiciones de territorio como Pendiente, Unidades Geomorfológicas y Unidades Geológicas, afectaría a los elementos expuestos en las dimensiones social, económica y ambiental en el área de estudio del proyecto "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", ocasionando daños a los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.

La información compilada fue estandarizada a formato vectorial generando las capas de información geoespacial a fin de realizar el análisis mediante sistemas de información geográfica (SIG).

3.10 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de realizar los cálculos:

Tabla 36: Niveles de Peligro;

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.257	≤	P	≤ 0.504
ALTO	0.134	≤	P	< 0.257
MEDIO	0.068	≤	P	< 0.134
BAJO	0.036	≤	P	< 0.068

Fuente: Elaboración propia



3.11 ESTRATIFICACION DEL PELIGRO

Una vez definidos los parámetros de evaluación con sus respectivos descriptores, se establecen los niveles de peligro (bajo, medio, alto y muy alto)

Los niveles de peligro, la descripción y el rango resultante se representa con una tabla, según a cada uno de los descriptores analizados en los factores condicionantes y desencadenantes, de la misma manera los valores del rango son el resultado del análisis que se realizó en la ponderación de los factores.

Tabla 37: Matriz de Peligro por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL;

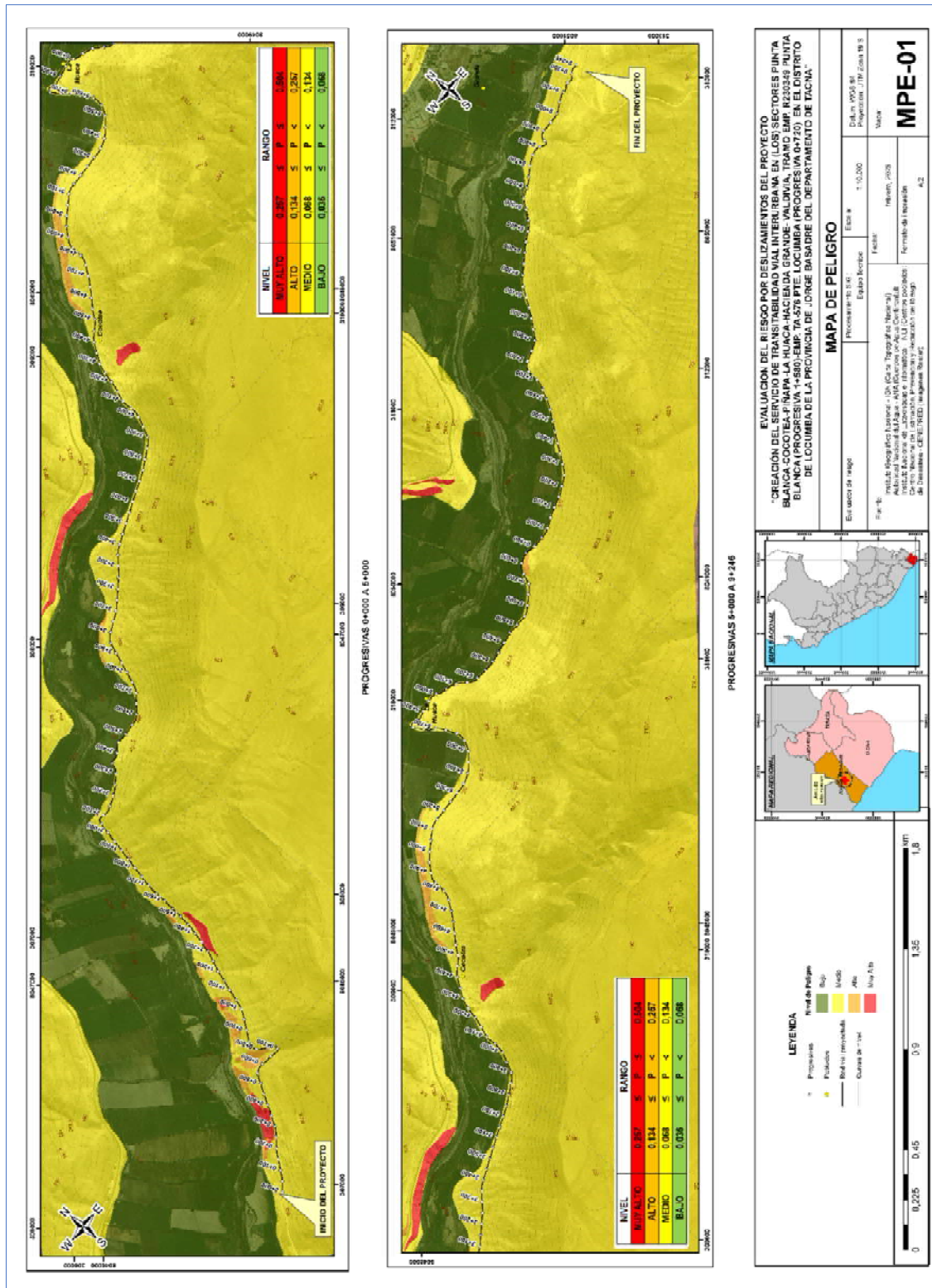
NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area Mayor a 5000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Muy Fuerte ($35^\circ < P$), Unidades Geomorfológicas: Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento y Unidades Geológicas: Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno. Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area De 2500 a 5000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Fuerte ($25^\circ < P \leq 35^\circ$), Unidades Geomorfológicas: RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria y Unidades Geológicas: Qh-col, Deposito coluvial.	$0,257 \leq P \leq 0,504$
ALTO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area De 1000 a 2500 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$), Unidades Geomorfológicas: RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria y Unidades Geológicas: PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior.	$0,134 \leq P < 0,257$
MEDIO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area Menor a 1000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Baja ($5^\circ < P \leq 15^\circ$), Unidades Geomorfológicas: T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial y Unidades Geológicas: Qh-al, Deposito aluvial Qh-fl_al, Deposito fluvio aluvial.	$0,068 \leq P < 0,134$
BAJO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area No susceptible a deslizamientos. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Muy Baja ($P \leq 5^\circ$), Unidades Geomorfológicas: C-fl, Cauce fluvial y Unidades Geológicas: Qh-fl, Deposito fluvial.	$0,036 \leq P < 0,068$

Fuente: Elaboración propia



3.12 MAPA DE PELIGROSIDAD

Figura 29 - Mapa de Peligro;



Fuente: Elaboración propia.



4 ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (CENEPRED – 2014). La vulnerabilidad analiza la relación entre la ubicación, ocupación y actividades del ser humano, con el medio ambiente que lo rodea, en este medio se pueden desarrollar fenómenos de origen natural que el poblador debe prever para evitar daños. En el caso práctico del análisis de la vulnerabilidad del área de influencia del proyecto "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA".

En función al enfoque (prospectivo o correctivo) de la evaluación del riesgo para proyectos de inversión relacionados a infraestructuras se elaborará el análisis de la vulnerabilidad. En el caso se trate de un proyecto de inversión de creación, se sugiere considerar el factor de vulnerabilidad exposición debido a que no existe infraestructura. Para los proyectos de inversión que involucren mejoramiento, ampliación y recuperación, en tanto, es necesario analizar la vulnerabilidad en función a los factores exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social, económica y ambiental.

Respecto al análisis de la vulnerabilidad del componente correctivo se deben considerar también las dimensiones social y económica necesariamente, mientras que la inclusión de la dimensión ambiental (contaminación, manejo de residuos, saneamiento básico, etc.) será a criterio del evaluador, así como las características del territorio.

4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para el análisis de vulnerabilidad se consideró las dimensiones sociales, económica y ambiental; evaluándose: exposición, fragilidad y resiliencia para las dimensiones mencionadas. Se realizó el proceso de análisis jerárquico, asignándose ponderación a los parámetros y descriptores.

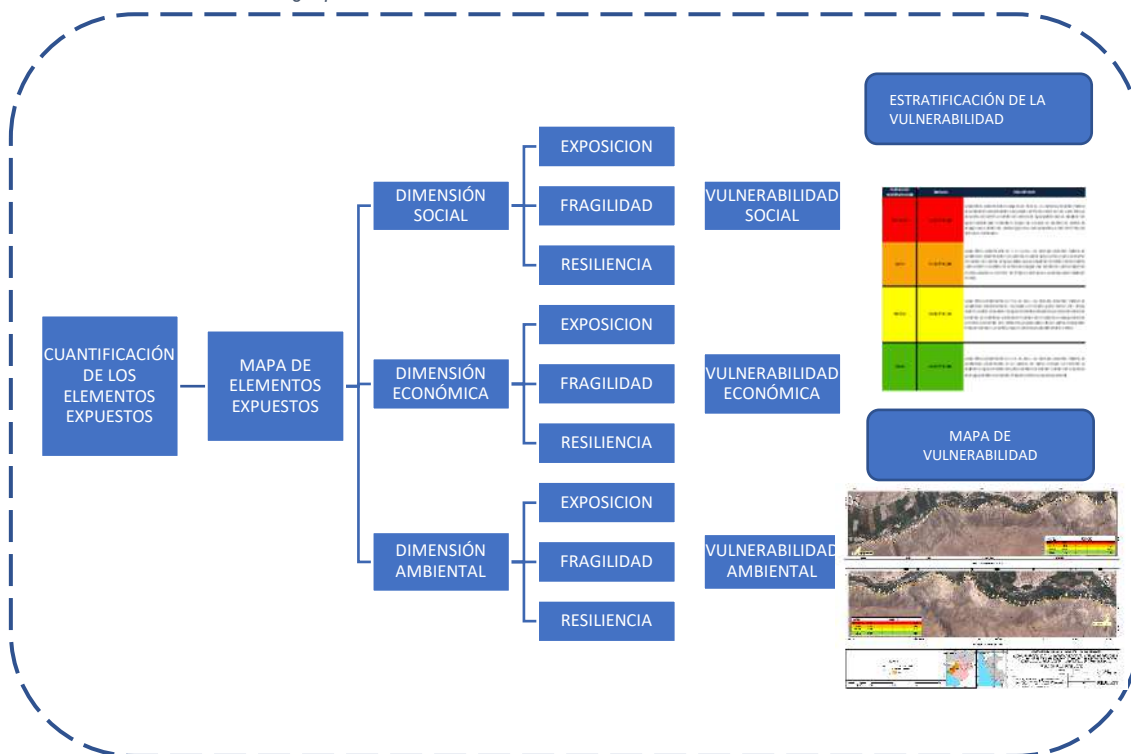
Cada dimensión esta compuestas por los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, estos últimos se componen de parámetros, sub parámetros y descriptores las cuales son analizados en una matriz, para ello se utiliza como referencia los valores numéricos de la tabla desarrollada por Saaty (1990) que muestran valores que varían de 9 a 1/9 según la importancia relativa de un parámetro con respecto a otro. Estos valores se introducen en la matriz de comparación de pares, el proceso dará como resultado el peso ponderado de cada parámetro considerado en el análisis.

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área de influencia para el proyecto "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE -



VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", se realizó una encuesta físicas, exponiéndose preguntas relacionadas directamente con los parámetros, factores y descriptores necesarios para la alimentación de las matrices Saaty que sustentan el presente análisis de vulnerabilidad.

Gráfico 17 - Metodología para la determinación del nivel de la Vulnerabilidad



4.2 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1 EXPOSICIÓN

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Con este componente factor se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados.



4.2.2 FRAGILIDAD

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

4.2.3 RESILIENCIA

Esta referida al ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

4.3 DIMENSIONES PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD

De acuerdo al Manual para la Evaluación del Riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL, y considerando las características del área de estudio, la vulnerabilidad se analizará en tres dimensiones:

- Dimensión Social
- Dimensión Económica
- Dimensión Ambiental

Tabla 38: Matriz de comparación de pares de las dimensiones para el análisis de la vulnerabilidad;

DIMENSIONES PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL
ECONOMICO	1.00	3.00	5.00
SOCIAL	0.33	1.00	2.00
AMBIENTAL	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39: Matriz de normalización de dimensiones para el análisis de la vulnerabilidad;

DIMENSIONES PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL	Vector Priorización
ECONOMICO	0.652	0.667	0.625	0.648
SOCIAL	0.217	0.222	0.250	0.230
AMBIENTAL	0.130	0.111	0.125	0.122
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia



Tabla 40: Índice de consistencia y relación de consistencia;

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.002
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)	RC	0.004

Fuente: elaboración propia

Tabla 41: Resumen de parámetros para las dimensiones social, económica y ambiental

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	DIMENSION ECONOMICA	EXPOSICION	UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO
		FRAGILIDAD	SUPERFICIE DE RODADURA
		RESILIENCIA	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
	DIMENSION SOCIAL	EXPOSICION	GESTION DE MANTENIMIENTO VIAL
		FRAGILIDAD	POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO)
		RESILIENCIA	GRUPO ETAREO
	DIMENSION AMBIENTAL	EXPOSICION	CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD
		FRAGILIDAD	CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS
		RESILIENCIA	DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

Fuente: elaboración propia

4.3.1 DIMENSION ECONOMICA

Está relacionada al conjunto de comportamientos, creencias, formas de organización y manera de actuar de una comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos por acción del peligro.

4.3.1.1 EXPOSICION

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor exposición de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:



a) UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO

Tabla 42: Descriptores de ubicación del componente dentro del área del peligro;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO	Muy cerca (menos de 0.2 km)	El componente se encuentra dentro o inmediatamente adyacente al área del peligro, con alta probabilidad de impacto directo ante la ocurrencia del evento.
	Cercana (entre 0.2 y 1 km)	El componente está próximo al área del peligro, con riesgo significativo de afectación indirecta o secundaria.
	Medianamente cerca (entre 1 y 3 km)	El componente mantiene una distancia moderada, pudiendo verse afectado por efectos atenuados o dispersos del evento peligroso.
	Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095	El componente se ubica a una distancia relativamente segura, con baja probabilidad de afectación directa, aunque aún dentro del área de influencia potencial.
	Muy alejada (mayor de 5 km)	El componente está fuera del área de influencia inmediata, con riesgo mínimo o nulo de impacto por el evento peligroso.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 43: Matriz de comparación de pares de ubicación del componente dentro del área del peligro;

UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO	Muy cerca (menos de 0.2 km)	Cercana (entre 0.2 y 1 km)	Medianamente cerca (entre 1 y 3 km)	Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095	Muy alejada (mayor de 5 km)
Muy cerca (menos de 0.2 km)	1.00	4.00	6.00	7.00	9.00
Cercana (entre 0.2 y 1 km)	0.25	1.00	3.00	4.00	6.00
Medianamente cerca (entre 1 y 3 km)	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (mayor de 5 km)	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.67	5.75	10.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.60	0.17	0.09	0.07	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 44: Matriz de normalización de ubicación del componente dentro del área del peligro;

UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO	Muy cerca (menos de 0.2 km)	Cercana (entre 0.2 y 1 km)	Medianamente cerca (entre 1 y 3 km)	Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095	Muy alejada (mayor de 5 km)	Vector Priorización
Muy cerca (menos de 0.2 km)	0.599	0.696	0.570	0.457	0.375	0.539
Cercana (entre 0.2 y 1 km)	0.150	0.174	0.285	0.261	0.250	0.224
Medianamente cerca (entre 1 y 3 km)	0.100	0.058	0.095	0.196	0.208	0.131
Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095	0.086	0.043	0.032	0.065	0.125	0.070
Muy alejada (mayor de 5 km)	0.067	0.029	0.019	0.022	0.042	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia



Tabla 45: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.079
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.071

Fuente: elaboración propia

4.3.1.2 FRAGILIDAD

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) SUPERFICIE DE RODADURA

Tabla 46: Descriptores de superficie de rodadura;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
SUPERFICIE DE RODADURA	Terreno Natural / Trocha	Vía sin ningún tipo de tratamiento o material de préstamo. Presenta nula resistencia a la erosión hídrica; ante un deslizamiento, la pérdida de la sección es total e inmediata.
	Superficie Afirmada	Capa de material granular seleccionada y compactada. Aunque tiene mejor soporte que el terreno natural, carece de ligante, siendo altamente susceptible al arrastre de finos y socavación por lodo.
	Sello Asfáltico / Slurry Seal	Capa delgada de protección asfáltica. Ofrece impermeabilización superficial, pero su nula capacidad estructural la hace vulnerable a fracturas por impacto de rocas o empuje de masas.
	Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla)	Pavimentos flexibles de espesor medio. Poseen una resistencia moderada que permite soportar eventos menores, aunque requieren limpieza inmediata para evitar fallas por saturación.
	Pavimento de Concreto Hidráulico	Estructura rígida de alta resistencia. Es el elemento con mayor resiliencia física, capaz de soportar la presión dinámica de un deslizamiento con daños estructurales mínimos.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 47: Matriz de comparación de pares de superficie de rodadura;

SUPERFICIE DE RODADURA	Terreno Natural / Trocha	Superficie Afirmada	Sello Asfáltico / Slurry Seal	Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla)	Pavimento de Concreto Hidráulico
Terreno Natural / Trocha	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Superficie Afirmada	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Sello Asfáltico / Slurry Seal	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Pavimento de Concreto Hidráulico	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 48: Matriz de normalización de superficie de rodadura;

SUPERFICIE DE RODADURA	Terreno Natural / Trocha	Superficie Afirmada	Sello Asfáltico / Slurry Seal	Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla)	Pavimento de Concreto Hidráulico	Vector Priorización
Terreno Natural / Trocha	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Superficie Afirmada	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Sello Asfáltico / Slurry Seal	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Pavimento de Concreto Hidráulico	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 49: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia



b) OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Tabla 50: Descriptores de obras de arte y drenaje;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	Sin obras de drenaje o provisionales	La vía carece de alcantarillas, cunetas o muros de contención. Cualquier deslizamiento impacta directamente sobre la plataforma vial, provocando erosión inmediata y pérdida de transitabilidad.
	Drenaje insuficiente y sin muros	Existen cunetas de tierra o alcantarillas de dimensiones reducidas que se colmatan rápidamente. La ausencia de muros de sostenimiento hace que la vía sea altamente vulnerable a fallas de borde.
	Obras de arte básicas de concreto	Cuenta con alcantarillas de TMC (Tubería Metálica Corrugada) y cunetas de concreto, pero sin sistemas de protección de taludes. Son vulnerables a obstrucciones por rocas de gran tamaño.
	Drenaje optimizado y muros de gravedad	Sistema de drenaje dimensionado para caudales máximos. Incluye muros de gravedad o gaviones que protegen la plataforma, aunque pueden sufrir daños estéticos por impactos de menor escala.
	Estructuras de protección reforzadas	Presencia de muros de concreto armado, alcantarillas de cajón de gran capacidad. Diseñadas para resistir empujes dinámicos y evacuar grandes volúmenes de lodo y piedras sin comprometer la vía.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 51: Matriz de comparación de pares de obras de arte y drenaje;

OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	Sin obras de drenaje o provisionales	Drenaje insuficiente y sin muros	Obras de arte básicas de concreto	Drenaje optimizado y muros de gravedad	Estructuras de protección reforzadas
Sin obras de drenaje o provisionales	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Drenaje insuficiente y sin muros	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Obras de arte básicas de concreto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Drenaje optimizado y muros de gravedad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Estructuras de protección reforzadas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.



Tabla 52: Matriz de normalización de obras de arte y drenaje;

OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	Sin obras de drenaje o provisionales	Drenaje insuficiente y sin muros	Obras de arte básicas de concreto	Drenaje optimizado y muros de gravedad	Estructuras de protección reforzadas	Vector Priorización
Sin obras de drenaje o provisionales	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Drenaje insuficiente y sin muros	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Obras de arte básicas de concreto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Drenaje optimizado y muros de gravedad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Estructuras de protección reforzadas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 53: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia

4.3.1.3 RESILIENCIA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:



a) GESTIÓN DE MANTENIMIENTO VIAL

Tabla 54: Descriptores de nivel de gestión de mantenimiento vial

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
GESTION DE MANTENIMIENTO VIAL	Sin Gestión de Mantenimiento	Vía abandonada técnicamente tras su construcción. La acumulación de sedimentos y la falta de limpieza de alcantarillas maximizan el daño de cualquier deslizamiento por pequeño que sea.
	Mantenimiento Reactivo (Solo Emergencias)	No existe un presupuesto asignado para prevención. La entidad solo interviene mediante Fichas de Emergencia una vez ocurrido el deslizamiento, lo que implica largos periodos de interrupción vial.
	Mantenimiento Rutinario Estacional	Solo se garantiza el mantenimiento rutinario previo a la temporada de lluvias. No hay un plan definido para mantenimiento periódico, lo que acelera el deterioro ante eventos de geodinámica externa.
	Mantenimiento Rutinario y Periódico	La vía cuenta con planes de conservación rutinaria (limpieza de cunetas, bacheo) y periódica. La respuesta ante deslizamientos es eficiente, aunque depende de la disponibilidad de equipo en la capital provincial.
	Mantenimiento Integral Permanente	Existe un compromiso presupuestal asegurado para Mantenimiento Rutinario (anual) y Mantenimiento Periódico (programado). Incluye cuadrillas de emergencia locales en Locumba con maquinaria disponible 24/7.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 55: Matriz de comparación de pares de nivel gestión de mantenimiento vial

GESTION DE MANTENIMIENTO VIAL	Sin Gestión de Mantenimiento	Mantenimiento Reactivo (Solo Emergencias)	Mantenimiento Rutinario Estacional	Mantenimiento Rutinario y Periódico	Mantenimiento Integral Permanente
Sin Gestión de Mantenimiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mantenimiento Reactivo (Solo Emergencias)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Mantenimiento Rutinario Estacional	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Mantenimiento Rutinario y Periódico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mantenimiento Integral Permanente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.



Tabla 56: Matriz de normalización de gestión de mantenimiento vial

GESTION DE MANTENIMIENTO VIAL	Sin Gestión de Mantenimie nto	Mantenimie nto Reactivo (Solo Emergencia s)	Mantenimie nto Rutinario Estacional	Mantenimie nto Rutinario y Periódico	Mantenimie nto Integral Permanente	Vector Priorizacion
Sin Gestión de Mantenimiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mantenimiento Reactivo (Solo Emergencias)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Mantenimiento Rutinario Estacional	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Mantenimiento Rutinario y Periódico	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mantenimiento Integral Permanente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 57: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia

4.3.2 DIMENSION SOCIAL

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de Exposición social, fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

4.3.2.1 EXPOSICION

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor exposición de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:



a) POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO)

Tabla 58: Descriptores de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto)

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Descripción
POBLACIÓN POTENCIALME NTE EXPUESTA (BENEFICIARIO S DEL PROYECTO)	> 2 000	Gran número de personas en riesgo si el proyecto no se ejecuta o falla.
	1 500 – 2 000	Alta exposición social y sanitaria.
	1 000 – 1 500	Población significativa afectada. Impacto notable.
	5 00 – 1 000	Impacto moderado. Pérdida parcial de cobertura.
	≤ 500	Muy pocos afectados. Impacto social limitado.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 59: Matriz de comparación de pares de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto)

POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO)	> 2 000	1 500 – 2 000	1 000 – 1 500	5 00 – 1 000	≤ 500
> 2 000	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
1 500 – 2 000	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1 000 – 1 500	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
5 00 – 1 000	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 500	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 60: Matriz de normalización de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto)

POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO)	> 2 000	1 500 – 2 000	1 000 – 1 500	5 00 – 1 000	≤ 500	Vector Priorizacion
> 2 000	0.544	0.642	0.469	0.429	0.360	0.489
1 500 – 2 000	0.181	0.214	0.352	0.306	0.280	0.267
1 000 – 1 500	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.142
5 00 – 1 000	0.078	0.043	0.039	0.061	0.120	0.068
≤ 500	0.060	0.031	0.023	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 61: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.056
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.050

Fuente: elaboración propia



4.3.2.2 FRAGILIDAD

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) GRUPO ETAREO

Tabla 62: Descriptores de Grupo Etareo

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Descripción
GRUPO ETAREO	≥ 60 y < 15 años	Población con alta dependencia y movilidad restringida; representan el mayor riesgo crítico durante un proceso de evacuación.
	≥ 40 y < 60 años	Adultos en transición con vulnerabilidad moderada; su capacidad de respuesta física comienza a verse disminuida.
	≥ 30 y < 40 años	Población adulta con plena capacidad física y autonomía para ejecutar acciones de autoprotección y respuesta.
	≥ 20 y < 30 años	Población joven con alta resiliencia física; actúan generalmente como soporte en las brigadas de respuesta comunitaria.
	≥ 15 y < 20 años	Adolescentes y jóvenes con alta capacidad de reacción y desplazamiento rápido ante alertas de movimientos en masa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 63: Matriz de comparación de pares de Grupo Etareo

GRUPO ETAREO	≥ 60 y < 15 años	≥ 40 y < 60 años	≥ 30 y < 40 años	≥ 20 y < 30 años	≥ 15 y < 20 años
≥ 60 y < 15 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
≥ 40 y < 60 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
≥ 30 y < 40 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
≥ 20 y < 30 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≥ 15 y < 20 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.



Tabla 64: Matriz de normalización de Grupo Etareo

GRUPO ETAREO	>=60 y < 15 años	>= 40 y < 60 años	>= 30 y < 40 años	>= 20 y < 30 años	>= 15 y < 20 años	Vector Priorizacion
>=60 y < 15 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
>= 40 y < 60 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
>= 30 y < 40 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
>= 20 y < 30 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
>= 15 y < 20 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 65: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.077
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.069

Fuente: elaboración propia



4.3.2.3 RESILENCIA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD

Tabla 66: Descriptores de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Descripción
CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	Existe desconocimiento total	No conoce los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto asumiendo que nunca ocurrirá un desastre en la zona donde habita.
	Existe escaso conocimiento	Tiene un conocimiento erróneo sobre los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto.
	Existe un conocimiento regular	Tiene un conocimiento aproximado sobre el peligro que puede afectar su barrio o vivienda, no conoce exactamente a que institución acudir en caso de emergencia y desastre, así mismo no sabe cómo prevenir el riesgo ni responder en caso de ocurrir una emergencia.
	La mayoría de la población tiene conocimiento	Conoce de forma lógica los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, pero no muestra interés en tomar acciones sobre la prevención y preparación ante riesgos.
	Toda la población tiene conocimiento	Conoce de forma precisa los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, así mismo muestra interés sobre la prevención y preparación ante riesgos ya que conoce el origen de los peligros y desastres, así como de las consecuencias.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 67: Matriz de comparación de pares de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad

CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	Existe desconocimiento total	Existe escaso conocimiento	Existe un conocimiento regular	La mayoría de la población tiene conocimiento	Toda la población tiene conocimiento
Existe desconocimiento total	1.00	2.00	5.00	6.00	9.00
Existe escaso conocimiento	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Existe un conocimiento regular	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
La mayoría de la población tiene conocimiento	0.17	0.20	0.50	1.00	3.00
Toda la población tiene conocimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.98	3.68	9.70	14.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 68: Matriz de normalización de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad

CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD	Existe desconocimiento total	Existe escaso conocimiento	Existe un conocimiento regular	La mayoría de la población tiene conocimiento	Toda la población tiene conocimiento	Vector Priorización
Existe desconocimiento total	0.506	0.544	0.515	0.419	0.360	0.469
Existe escaso conocimiento	0.253	0.272	0.309	0.349	0.280	0.293
Existe un conocimiento regular	0.101	0.091	0.103	0.140	0.200	0.127
La mayoría de la población tiene conocimiento	0.084	0.054	0.052	0.070	0.120	0.076
Toda la población tiene conocimiento	0.056	0.039	0.021	0.023	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 69: Índice de consistencia y relación de consistencia:

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.036
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.032

Fuente: elaboración propia



4.3.3 DIMENSION AMBIENTAL

Está relacionada al conjunto de comportamientos, creencias, formas de organización y manera de actuar de una comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos por acción del peligro.

4.3.3.1 EXPOSICION

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor exposición de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS

Tabla 70: Descriptores de cercanía a residuos sólidos;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS	Muy cerca (Menor de 10m)	Muy cerca áreas de residuos sólidos
	Cerca (De 11 a 20 m)	Cerca de áreas de residuos sólidos
	Medianamente Cerca (De 21 a 30 m)	Regularmente de áreas de residuos sólidos
	Alejada (De 31 a 50 m)	Lejos de áreas de residuos sólidos
	Muy Alejada (Mayor a 50 m)	Muy lejos de áreas de residuos sólidos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 71: Matriz de comparación de pares de cercanía a residuos sólidos;

CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS	Muy cerca (Menor de 10m)	Cerca (De 11 a 20 m)	Medianamente Cerca (De 21 a 30 m)	Alejada (De 31 a 50 m)	Muy Alejada (Mayor a 50 m)
Muy cerca (Menor de 10m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cerca (De 11 a 20 m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente Cerca (De 21 a 30 m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (De 31 a 50 m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Alejada (Mayor a 50 m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.



Tabla 72: Matriz de normalización de cercanía a residuos sólidos;

CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS	Muy cerca (Menor de 10m)	Cerca (De 11 a 20 m)	Medianamente Cerca (De 21 a 30 m)	Alejada (De 31 a 50 m)	Muy Alejada (Mayor a 50 m)	Vector Priorización
Muy cerca (Menor de 10m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cerca (De 11 a 20 m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente Cerca (De 21 a 30 m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (De 31 a 50 m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy Alejada (Mayor a 50 m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 73: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia

4.3.3.2 FRAGILIDAD

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

Tabla 74: Descriptores de disposición de residuos sólidos;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Descripción
DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).	Más crítico puesto que generaría focos de contaminación y proliferación de vectores.
	Recolección municipal irregular o insuficiente.	Crítico genera focos de contaminación y proliferación de vectores, pero al estar en las vías y calles pueden ser recogidas por el servicio de limpieza.
	Recolección regular sin infraestructura adecuada.	Genera focos de contaminación, pero al ser puntos focalizados son de rápida recolección por el servicio de limpieza.
	Recolección eficiente con reciclaje parcial.	Es el tipo de disposición adecuada que no genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente.
	Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.	Es el óptimo ya que hay conocimiento de las características de los residuos sólidos, genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 75: Matriz de comparación de pares de disposición de residuos sólidos;

DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).	Recolección municipal irregular o insuficiente.	Recolección regular sin infraestructura adecuada.	Recolección eficiente con reciclaje parcial.	Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.
Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Recolección municipal irregular o insuficiente.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Recolección regular sin infraestructura adecuada.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Recolección eficiente con reciclaje parcial.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 76: Matriz de normalización de disposición de residuos sólidos;

DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).	Recolección municipal irregular o insuficiente.	Recolección regular sin infraestructura adecuada.	Recolección eficiente con reciclaje parcial.	Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.	Vector Priorización
Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Recolección municipal irregular o insuficiente.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Recolección regular sin infraestructura adecuada.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Recolección eficiente con reciclaje parcial.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia.



Tabla 77: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia

4.3.3.3 RESILIENCIA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES

Tabla 78: Descriptores de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Descripción
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES	Sin Certificación ni Plan de Manejo	El proyecto se ejecuta sin IGA (Instrumento de Gestión Ambiental). Hay una exposición total al riesgo por impacto ambiental negativo, facilitando procesos de inestabilidad física por deforestación o alteración hídrica.
	Incumplimiento de Estándares Ambientales	El proyecto posee FITSA o PMA, pero no se ejecutan las medidas de mitigación. Existe acumulación de residuos en zonas de cauce y los cortes de talud no respetan las directrices de estabilidad ambiental.
	Cumplimiento Ambiental Parcial	Existe un instrumento ambiental, pero su implementación es irregular. Las medidas de mitigación para el control de erosión de taludes son básicas y se limitan al cumplimiento de estándares mínimos exigidos por ley.
	Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA)	Cuenta con la certificación ambiental correspondiente. El PMA se cumple en su mayoría, con énfasis en el manejo de Depósitos de Material Excedente (DME) para evitar que detritos generen nuevos deslizamientos.
	Certificación Ambiental y PMA Estratégico	El proyecto cuenta con FITSA aprobada y un Plan de Manejo Ambiental (PMA) detallado. Incluye monitoreo biológico, control estricto de efluentes y programas de recuperación de áreas degradadas en Locumba.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 79: Matriz de comparación de pares de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;

NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES	Sin Certificación ni Plan de Manejo	Incumplimiento de Estándares Ambientales	Cumplimiento Ambiental Parcial	Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA)	Certificación Ambiental y PMA Estratégico
Sin Certificación ni Plan de Manejo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Incumplimiento de Estándares Ambientales	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cumplimiento Ambiental Parcial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Certificación Ambiental y PMA Estratégico	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 80: Matriz de normalización de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;

NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES	Sin Certificación ni Plan de Manejo	Incumplimiento de Estándares Ambientales	Cumplimiento Ambiental Parcial	Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA)	Certificación Ambiental y PMA Estratégico	Vector Priorización
Sin Certificación ni Plan de Manejo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Incumplimiento de Estándares Ambientales	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Cumplimiento Ambiental Parcial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Certificación Ambiental y PMA Estratégico	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 81: Índice de consistencia y relación de consistencia;

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: elaboración propia



4.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

En este ítem se establece los niveles de importancia para cada parámetro y descriptor mediante el proceso de análisis jerárquico, para establecer los niveles de vulnerabilidad (bajo, medio, alto y muy alto) asimismo, se elabora la matriz de estratificación niveles de vulnerabilidad con sus respectivas descripciones y rangos establecidos.

Tabla 82: Estratificación de la vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTA	DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): > 2 000, GRUPO ETAREO: >=60 y < 15 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe desconocimiento total; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Muy cerca (menos de 0.2 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Terreno Natural / Trocha; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Muy malo / Precario; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Muy cerca (Menor de 10m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Disposición informal de residuos (sin recolección municipal); NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Sin Certificación ni Plan de Manejo. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): 1 500 – 2 000, GRUPO ETAREO: >= 40 y < 60 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe escaso conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Cercana (entre 0.2 y 1 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Superficie Afirmada; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Malo; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Cerca (De 11 a 20 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección municipal irregular o insuficiente.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Incumplimiento de Estándares Ambientales.	$0.247 \leq V \leq 0.515$
ALTA	DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): 1 000 – 1 500, GRUPO ETAREO: >= 30 y < 40 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe un conocimiento regular; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Medianamente cerca (entre 1 y 3 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Sello Asfáltico / Slurry Seal; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Regular; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Medianamente Cerca (De 21 a 30 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección regular sin infraestructura adecuada.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Cumplimiento Ambiental Parcial.	$0.134 \leq V < 0.247$
MEDIA	DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): 5 00 – 1 000, GRUPO ETAREO: >= 20 y < 30 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: La mayoría de la población tiene conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095, SUPERFICIE DE RODADURA: Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla); ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Alejada (De 31 a 50 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección eficiente con reciclaje parcial; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA).	$0.069 \leq V < 0.134$
BAJA	DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): ≤ 500, GRUPO ETAREO: >= 15 y < 20 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Toda la población tiene conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Muy alejada (mayor de 5 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Pavimento de Concreto Hidráulico; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Muy Bueno; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Muy Alejada (Mayor a 50 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Certificación Ambiental y PMA Estratégico.	$0.035 \leq V < 0.069$

Fuente: Elaboración propia

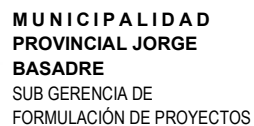


4.5 NIVELES DE VULNERABILIDAD

Tabla 83: Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO				
MUY ALTA	0.247	≤	V	≤	0.515
ALTA	0.134	≤	V	<	0.247
MEDIA	0.069	≤	V	<	0.134
BAJA	0.035	≤	V	<	0.069

Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA EL
PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL
INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA -
PIÑANA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP.
R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA +1580) - EMP. TA-576 PTE.
LOCUMBA (PROGRESIVA +0720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA
PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"



5 CALCULO DE RIESGOS

5.1 METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la frecuencia expresando en años, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro de DESLIZAMIENTO, 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.

La ecuación del Riesgo es 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.

$$R_{ie} \mid t = f(P_i, V_{ee}) \mid t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

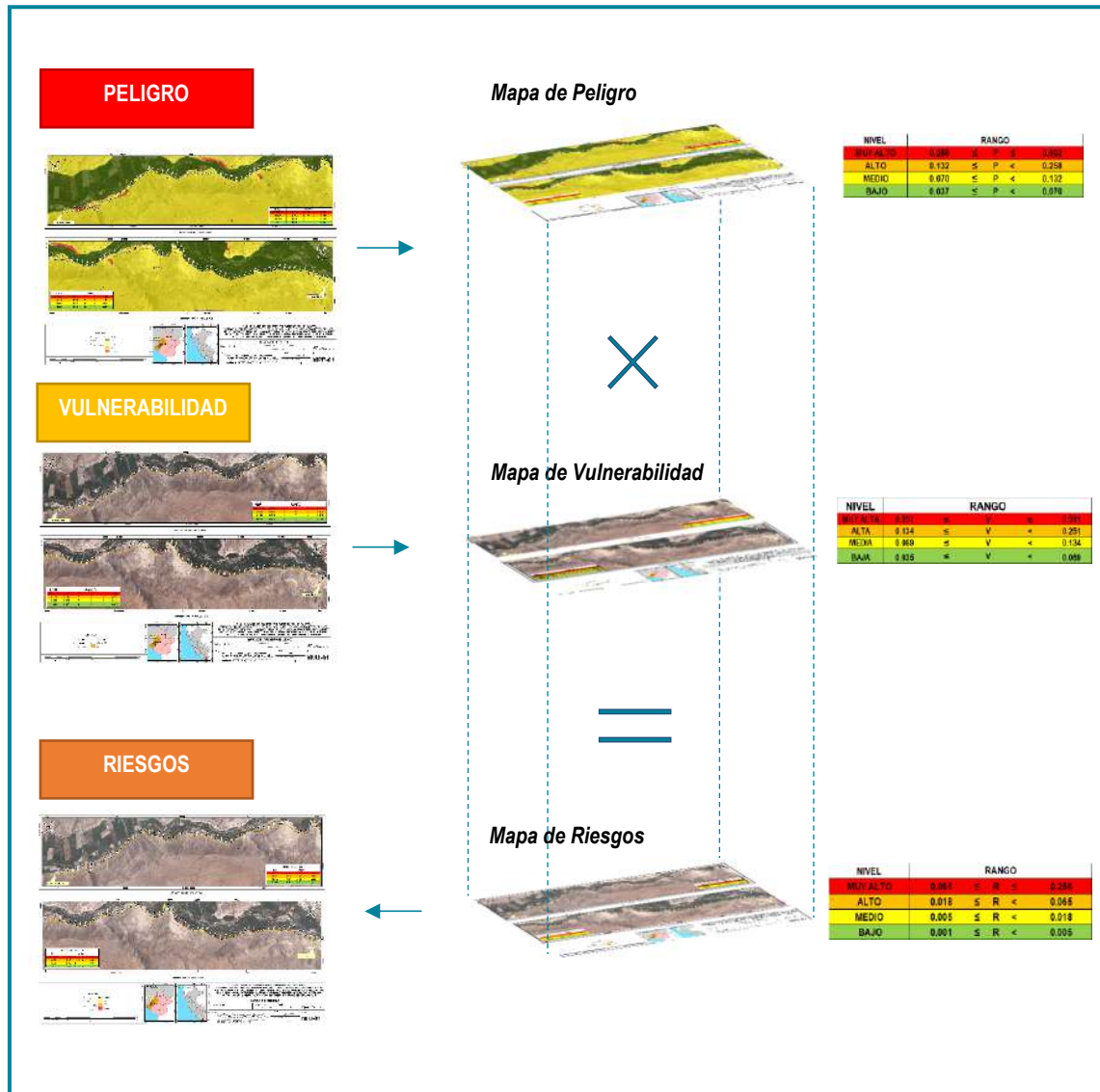
La evaluación del riesgo se realizó obteniendo el producto entre el Peligro y la vulnerabilidad de toda el área de estudio, en la presentándose así la matriz de la estimación de riesgo. En el presente título, se presenta el mapa temático en donde se muestra los niveles de riesgo ante el fenómeno de DESLIZAMIENTO en el área de influencia estudiado.

Para la zona en donde se proyecta la ubicación de las "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA" los niveles predominantes de peligro son **MEDIOS, ALTOS Y MUY ALTOS**, el nivel predominante de vulnerabilidad es **ALTO**, aplicando la formula donde se multiplica el peligro por la vulnerabilidad, para nuestro caso, el riesgo nos arroja valores que responden a **NIVELES MEDIOS, ALTOS Y MUY ALTOS**.



Para determinar el cálculo del riesgo en el ámbito de estudio, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico 18 - Metodología para el análisis de riesgos



Fuente: Equipo Técnico, Adaptado de CENEPRED



5.1.1 NIVELES DE RIESGOS

Tabla 84: Niveles de riesgo por DESLIZAMIENTO

NIVEL DE RIESGO				
NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.064	≤	R	≤ 0.260
ALTO	0.018	≤	R	< 0.064
MEDIO	0.005	≤	R	< 0.018
BAJO	0.001	≤	R	< 0.005

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 MATRIZ DE RIESGO

Tabla 85: Matriz de Riesgo;

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.504	0.515	0.260
0.257	0.247	0.064
0.134	0.134	0.018
0.068	0.069	0.005
0.036	0.035	0.001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86: Matriz de riesgo por Peligros y Vulnerabilidades;

MATRIZ DEL RIESGO

PMA	0.504	0.035	0.068	0.124	0.260
PA	0.257	0.018	0.034	0.063	0.132
PM	0.134	0.009	0.018	0.033	0.069
PB	0.068	0.005	0.009	0.017	0.035
		0.069	0.134	0.247	0.515
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia.



5.2 ESTRATIFICACION DE RIESGO

Tabla 87: Estratificación del nivel de riesgo por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL;

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sísmico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area Mayor a 5000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Muy Fuerte ($35^\circ < P$), Unidades Geomorfologicas: Dan, Deposito antropico V-dd, Vertiente de desplazamiento y Unidades Geologicas: Qh-an, Deposito antropogenico Qh-re, deposito de relleno. Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sísmico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area De 2500 a 5000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Fuerte ($25^\circ < P \leq 35$), Unidades Geomorfologicas: RCLD-rs, Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria y Unidades Geologicas: Qh-col, Deposito coluvial. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): $> 2\ 000$, GRUPO ETAREO: ≥ 60 y < 15 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe desconocimiento total; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Muy cerca (menos de 0.2 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Terreno Natural / Trocha; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Muy malo / Precario; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Muy cerca (Menor de 10m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Disposición informal de residuos (sin recolección municipal).; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Sin Certificación ni Plan de Manejo. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): $1\ 500 - 2\ 000$, GRUPO ETAREO: ≥ 40 y < 60 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe escaso conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Cercana (entre 0.2 y 1 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Superficie Afirmada; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Malo; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Cerca (De 11 a 20 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección municipal irregular o insuficiente.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Incumplimiento de Estándares Ambientales.	$0.064 \leq R \leq 0.26$
ALTO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sísmico con una magnitud 6.0 a 8.5, teniendo como parametreo de evaluacion a Areas inestables con un area De 1000 a 2500 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$), Unidades Geomorfologicas: RCL-rs, Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria y Unidades Geologicas: PN-mo_i, Formacion moquegua miembro inferior PN-mo_s, Formacion moquegua miembro superior. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): $1\ 000 - 1\ 500$, GRUPO ETAREO: ≥ 30 y < 40 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Existe un conocimiento regular; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Medianamente cerca (entre 1 y 3 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Sello Asfáltico / Slurry Seal; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Regular; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Medianamente Cerca (De 21 a 30 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección regular sin infraestructura adecuada.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Cumplimiento Ambiental Parcial.	$0.018 \leq R < 0.064$



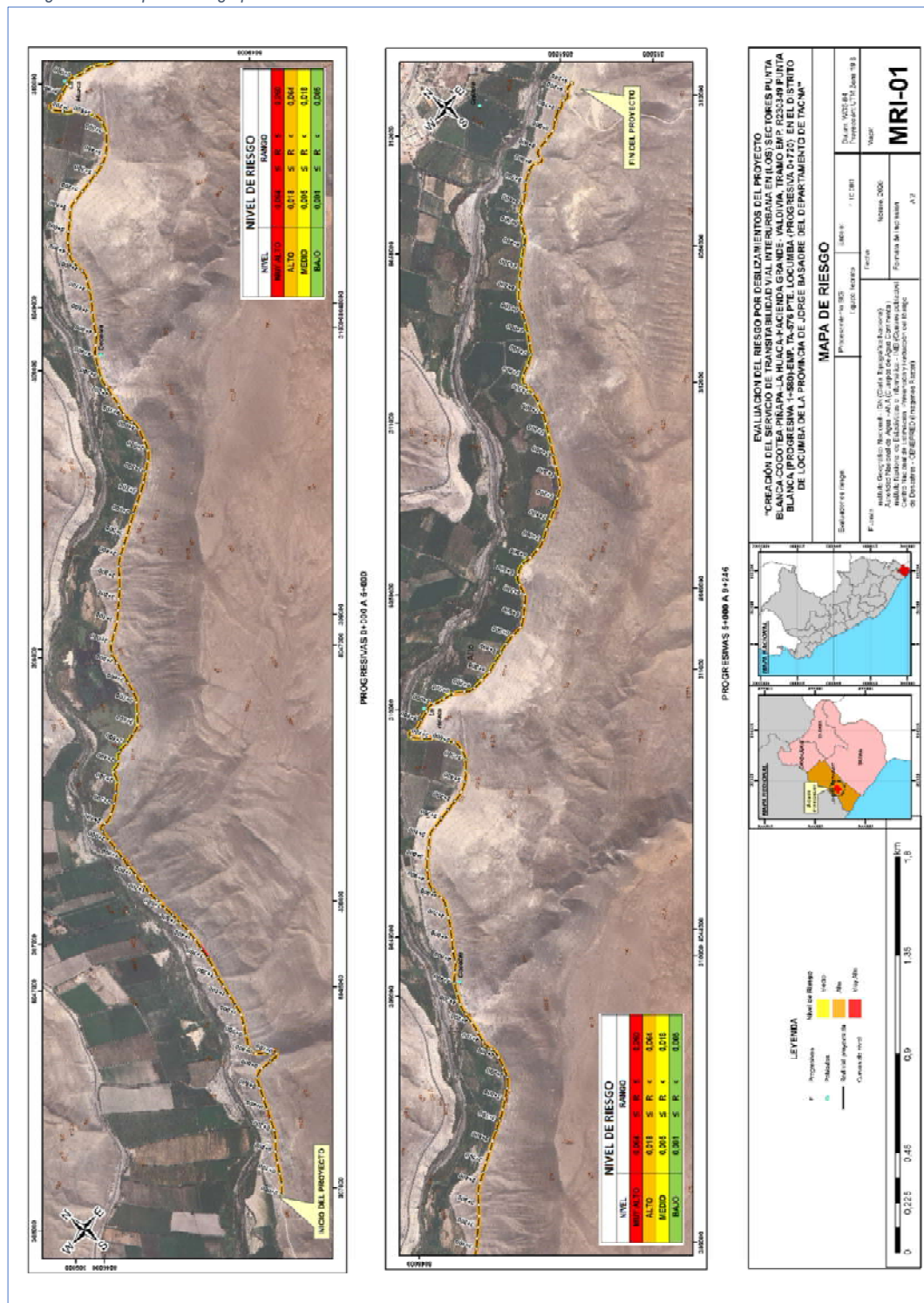
MEDIO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud 6.0 a 8.5, teniendo como parametreio de evaluacion a Areas inestables con un area Menor a 1000 m2. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Baja ($5^{\circ} < P \leq 15^{\circ}$), Unidades Geomorfológicas: T-al, Terraza aluvial Tb-fl_al, Terraza baja fluvio aluvial y Unidades Geológicas: Qh-al, Deposito aluvial Qh-fl_al, Deposito fluvio aluvial. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): 5 00 – 1 000, GRUPO ETAREO: ≥ 20 y < 30 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: La mayoría de la población tiene conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Alejada (entre 3 y 5 km) 0.095, SUPERFICIE DE RODADURA: Tratamiento Superficial (Bicapa/Mezcla); ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Alejada (De 31 a 50 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Recolección eficiente con reciclaje parcial.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Instrumento Ambiental Aprobado (FITSA).	$0.005 \leq R < 0.018$
BAJO	Deslizamiento traslacional en el area de estudio teniendo como factor desencadenante a la Magnitud de momento sismico con una magnitud de 6.0 a 8.5, teniendo como parametreio de evaluacion a Areas inestables con un area No susceptible a deslizamientos. Asimismo, con los factores desencadenantes siendo Pendiente: Muy Baja ($P \leq 5^{\circ}$), Unidades Geomorfológicas: C-fl, Cauce fluvial y Unidades Geológicas: Qh-fl, Deposito fluvial. DIMENSION SOCIAL: POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (BENEFICIARIOS DEL PROYECTO): ≤ 500, GRUPO ETAREO: ≥ 15 y < 20 años, CONOCIMIENTO SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD: Toda la población tiene conocimiento; DIMENSION ECONOMICA: UBICACIÓN DEL COMPONENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PELIGRO: Muy alejada (mayor de 5 km), SUPERFICIE DE RODADURA: Pavimento de Concreto Hidráulico; ESTADO DE CONSERVACIÓN: Muy Bueno; DIMENSION AMBIENTAL: CERCANIA A RESIDUOS SOLIDOS: Muy Alejada (Mayor a 50 m); DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS: Sistema integral de recolección y disposición, con reciclaje total.; NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES AMBIENTALES: Certificación Ambiental y PMA Estratégico.	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: Elaboración propia



5.3 MAPA DE RIESGO

Figura 31 - Mapa de riesgo por DESLIZAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.



5.4 CALCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES

Como parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el escenario de riesgos a consecuencia del peligro por DESLIZAMIENTO, basados en el escenario más crítico, con DESLIZAMIENTO con Intensidad entre IX y X en la escala de Mercalli modificada y magnitud momento de 7.9, en el área de estudio del PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", a consecuencia del impacto del peligro por DESLIZAMIENTO.

Se muestra a continuación los efectos probables, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto probable asciende a S/. 10,031,350.00 de los cuales S/. 7,624,800.00 corresponde a los daños probables y S/. 2,406,550.00 corresponde a las pérdidas probables.

5.5 CALCULO DE PROBABLES PERDIDAS

A continuación, se muestra la estimación de efectos probables reflejados en costos a la moneda nacional, como sustento de los probables daños y pérdidas:

Tabla 88: Cálculo de efectos probables

Efectos probables	Und	Cantidad	CU (S/)	Daños probables	Pérdidas probables	Total
Daños Probables						
Vía afirmada	km	9.25	800,000.00	7,396,800.00		7,396,800.00
Obras de arte proyectadas	km	4.56	50,000.00	228,000.00		228,000.00
Perdidas Probables						
Efectos probables	Und	Cantidad	CU	Daños probables	Pérdidas probables	Total
Adquisición de carpas implementadas	glb	1.00	120,000.00		120,000.00	120,000.00
Instalación de agua provisional y cisternas x 15 días	viv	5,718.00	225.00		1,286,550.00	1,286,550.00
Gastos de atención de emergencia y ayuda humanitaria	glb	1.00	1,000,000.00		1,000,000.00	1,000,000.00
TOTAL				7,624,800.00	2,406,550.00	10,031,350.00



6 CONTROL DEL RIESGO

6.1 CONTROL DEL RIESGO

El riesgo no puede eliminarse totalmente, su valor por más pequeño que pueda ser, nunca será nulo; por lo que existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable y su diferencia con el mismo se considera un riesgo admisible o aceptable.

6.1.1 ACEPTABILIDAD O TOLERABILIDAD

VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS

Tabla 89: Según el Valoración de consecuencias;

VALOR	NIVEL	DESCRIPCION
4	Muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el **NIVEL 2 – MEDIA**.



VALORACIÓN DE FRECUENCIAS

Tabla 90: Según la Valoración de la frecuencia de ocurrencia;

VALOR	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
4	Muy alta	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 las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, se obtiene que las DESLIZAMIENTO pueden ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias; es decir, posee el Nivel 2 – MEDIA.

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS

Tabla 91: Nivel de consecuencia y daños que indica el NIVEL 3-ALTA;

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

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO es – MEDIA.

Tabla 92: Medidas cualitativas de consecuencias y daño;

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

Fuente: CENEPRED



Tabla 93: Nivel de 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 los 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.

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA es **TOLERABLE**.

Tabla 94: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo;

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

Tabla 95: Nivel de Priorización;

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED



6.2 COSTO EFICIENCIA

De acuerdo con el Manual de Evaluación de Riesgos v02, el análisis costo-beneficio o costo-efectividad corresponde únicamente cuando la probabilidad del daño es media y la frecuencia es baja, ya que en ese escenario se requiere una evaluación comparativa para decidir si se reduce, asume o comparte el riesgo. En el presente caso, el resultado obtenido muestra una consecuencia media y una frecuencia media, lo cual no se ajusta al criterio establecido por el manual. Por lo tanto, no corresponde aplicar dicho análisis, pues la condición que lo habilita -frecuencia baja- no se cumple.

Del mismo modo, el segundo criterio del manual, referido a escenarios con consecuencia baja y frecuencia muy alta, tampoco aplica al caso evaluado. Al no encontrarse en ninguno de los dos supuestos definidos, el escenario de riesgo debe ser tratado directamente mediante las medidas de gestión pertinentes, sin requerir un análisis costo-beneficio o costo-efectividad.

Por lo tanto, corresponde reducir o mitigar el riesgo, mediante medidas estructurales y/o no estructurales que disminuyan su impacto.

6.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

6.3.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

- El Gobierno Regional y/o gobierno local, a través de su oficina competente en gestión del riesgo de desastres, debe coordinar y supervisar que la ejecución del proyecto cumpla con los criterios de seguridad estructural y geotécnica establecidos por las normas vigentes, a fin de reducir los riesgos ante DESLIZAMIENTO.
- Construcción de Obras de Arte en las quebradas de cauce seco y muros de contención y protección en laderas de talud de cerro.
- Construcción de Terrazas o Banquetas de Estabilización a fin de reducir la pendiente general del talud mediante cortes escalonados, disminuyendo la energía potencial de la masa de suelo y facilitando el control de la erosión.
- Se deberá desarrollar estudios de estabilidad de taludes a fin de proyectar, de ser necesario, la construcción de muros de concreto armado en zonas con pendientes medias a abruptas próximas a la red vial propuesta.
- Realizar un estudio de mecánica de suelos y geotecnia a nivel de detalle en el área de influencia directa del proyecto, con especial énfasis en las unidades de la Formación Moquegua presentes en el estrato superior. Debido a la naturaleza litológica de esta formación, se requiere implementar ensayos de expansibilidad y colapsabilidad, así como análisis de estabilidad de taludes en los puntos críticos identificados. Para una caracterización integral del subsuelo, se recomienda la ejecución de prospección geofísica mediante Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) y



el análisis de Ondas Superficiales (MASW), orientados a determinar el perfil de velocidades de onda de corte, la compacidad del terreno y la profundidad del basamento rocoso.

- Se deberá desarrollar ensayos de permeabilidad in situ (como los métodos Lefranc o Lugeon) y de laboratorio, complementados con un análisis granulométrico detallado y la determinación de la capacidad de infiltración con el fin de cuantificar el coeficiente de conductividad hidráulica de los suelos en las zonas críticas.
- Anclajes y drenes profundos para fijar el suelo inestable y reducir el riesgo de deslizamiento durante un sismo.
- Proyectar la instalación de cobertura vegetal o geomallas en taludes cercanos para proteger el suelo y controlar la erosión superficial.

6.3.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- El Gobierno Regional y/o gobierno local, a través de su oficina competente en materia de gestión del riesgo de desastres, debe evaluar la utilización del presente informe en el planeamiento e implementación de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, según competencias por Ley del SINAGERD.
- Elaborar o actualizar los planes de Prevención y Reducción del Riesgo, Plan de Operaciones de Emergencia y Plan de Contingencia, priorizando el restablecimiento del servicio tras un sismo.
- El Gobierno Regional y/o gobierno local, a través de su oficina competente en materia de gestión del riesgo de desastres, debe promover la realización de talleres sobre protocolos de actuación ante sismos y deslizamientos, asimismo, respecto a la inspección de daños post-evento y mantenimiento preventivo de las vías.
- Institucionalizar la Gestión del Riesgo mediante el diseño e implementación de un **Sistema de Alerta Temprana (SAT)** automatizado, que integre sensores de movimiento de masas y monitoreo sísmico. Este sistema permitirá optimizar los tiempos de prevención, alerta y reacción de la población de Locumba, facilitando una respuesta coordinada ante fenómenos geodinámicos extraordinarios que puedan comprometer la integridad de la infraestructura vial y la seguridad de los usuarios.



7 CONCLUSIONES

Después de realizar el estudio de evaluación de riesgos de desastres originados por DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL para el PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA", se llegan a las siguientes conclusiones:

- Bajo el escenario de un evento de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL considerado como desencadenantes la magnitud de momento sísmico entre 7.9 a 8.5 grados, afectaría a los elementos expuestos en las dimensiones social, económica y ambiental en el área de estudio, para el cual se determinó **Niveles de Peligro Medios, Altos y Muy Altos**.
- De acuerdo al análisis de vulnerabilidad, y considerando la propuesta planteada de la vía a nivel de afirmado y, considerando que existirán obras de arte y mantenimiento continuo a la vía proyectada, las mismas que se encuentran reflejadas en las dimensiones sociales, económicas y ambientales que se desarrollaron en el presente estudio, se obtuvo un **Nivel de Vulnerabilidad Alta**.
- Se determinó el nivel de Riesgo a partir de la identificación del peligro y el análisis de la vulnerabilidad, obteniéndose **Niveles de Riesgo Medio, Alto y Muy Alto**.
- El nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo es de "riesgo Tolerable" considerando los daños con frecuencia media y consecuencia alta, por lo cual corresponde desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
- El cálculo de los efectos probables ante el impacto del peligro de deslizamientos en el área de estudio asciende a S/. 10,031,350.00 de los cuales S/. 7,624,800.00 corresponde a los daños probables y S/. 2,406,550.00 corresponde a las pérdidas probables.
- Se deberá implementar las medidas estructurales y no estructurales de mitigación que se proponen teniendo por objetivo reducir los Niveles de Riesgo del área de estudio del PIP "CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN EL (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA - COCOTEA - PIÑAPA - LA HUACA - HACIENDA GRANDE - VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580) - EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA".
- Se indica que, considerando que el proyecto de inversión se encuentra en etapa de idea, y, al no tener la propuesta definitiva del trazo de la red vial, se recomienda realizar una evaluación de riesgos de tipo cuantitativa en la etapa de elaboración de expediente técnico, en la cual se puedan identificar los niveles de peligro a partir de estudios básicos indispensables como estabilidad de taludes, estudios geológicos y geomorfológicos, CBR, topografía que incluyan los cortes y rellenos, entre otros, a fin de identificar mayores áreas de deslizamiento que podrían incrementar los riesgos en la vía definitiva.



8 RECOMENDACIONES

- El Gobierno Local del Distrito de Locumba y el Gobierno Regional de Tacna, a partir del presente estudio, debieron oficializar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico de los sectores involucrados en el ámbito del proyecto vial, declarando las zonas de riesgo medio, alto y muy alto según los mapas de riesgo adjuntos.
- Programar y asignar presupuesto para el fortalecimiento de capacidades, actualización de herramientas de gestión y adquisición de equipamiento de emergencia. El objetivo es asegurar una respuesta eficiente ante sismos de gran intensidad, bajo los lineamientos del Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres.
- En base a los resultados, se recomienda incorporar partidas complementarias al Proyecto de Inversión Pública para la reducción del riesgo por deslizamiento asociado a la infraestructura vial, tomando como referencia los costos estimados y las medidas estructurales y no estructurales propuestas en este informe como sustento técnico, económico y financiero.



9 BIBLIOGRAFIA

- Congreso de la República del Perú. (2011). Ley N° 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento DS N° 048-2011-PCM. SGRD N° 009-2025-PCM/SGRD.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (2da ed.). CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2017). Manual para la evaluación del riesgo por sismos. CENEPRED
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2020). Escenario de riesgo por sismo y tsunami para Lima y Callao. CENEPRED.
- Sánchez, V. (2002). *Sistemas de Información Geográfica en el Análisis y Gestión del Riesgo en la Región de los Andes* [Tesis de maestría, Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES)].
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2020). Base de datos de emergencias y daños ocurridos en el Perú: 2003-2020.
- Instituto Geofísico del Perú, Tavera, H., Agüero, C., & Fernández, E. (2016). *Catálogo general de isosistas para sismos peruanos*. Lima, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú, Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida. (2014). *Evaluación del peligro sísmico en Perú* (Versión preliminar; H. Tavera, I. Bernal, C. Condori, M. Ordaz, A. Zevallos & O. Ishizawa, Autores). Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- INGEOTECC EIRL, estudio de mecánica de suelos elaborado para el proyecto.
- GEOMANAGER EIRL, estudio topográfico elaborado para el proyecto.
- Carta Geológica del Cuadrángulo de Locumba (hojas 36u1, 36u2, 36u3, 36u4) (INGEMMET, 2021).
- Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID). CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). Estudio de mapa de peligros de la ciudad de Locumba. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID). <https://sigrid.cenepred.gob.pe>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (2021). Identificación y caracterización de peligros geológicos en la región Tacna. Lima, Perú.
- Dewey, J. W., Silva, W. J., & Tavera, H. (2003). Seismicity and tectonics (Informe técnico). Instituto Geofísico del Perú.
- Guardia, P., & Tavera, H. (2011). Inferencias sobre la superficie de contacto entre placas en Perú: Nazca y Sudamericana (Documento científico, IGP). Instituto Geofísico del Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). (2021). Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú (Informe técnico).



10 PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1 – Sector AURORA y PUNTA BLANCA, donde inicia el trazo de la vía proyectada en el valle de Locumba.



Fotografía 2 – Se muestra al fondo la quebrada en el sector de Sitana Km 0+700, zona que evidencia erosión de ladera y márgenes del cauce seco.



Fotografía 3 – Se muestra zona de erosión de suelos por peligro de deslizamiento hasta la progresiva 1+650.



Fotografía 4 – Vista de otra perspectiva el Valle de Locumba inserto en flanco derecho e izquierdo.



Fotografía 5 – Se muestra el sector de Piñara, muestra el cause seco que ingresa a la cuenca del valle de Locumba.



Fotografía 6 – Se muestra visita de campo a verificar las características de la zona proyectada últimos kilómetros).



Fotografía 7 – Se muestra el tramo final del trazo vial proyectado sector Locumba, de geomorfología vertiente o piedemonte aluvio-torrencial



Fotografía 8 – Se muestra el empalme de la via propuesta Km 9+246 con la via existente hacia puente viejo del rio Locumba.



11 LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Población total y según genero del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	17
Tabla 2: Población según grupos de edades del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	17
Tabla 3: Tipo de Vivienda	18
Tabla 4: Material de construcción predominante de paredes	19
Tabla 5: Material predominante de construcción de techos	20
Tabla 6: Tipo de seguro de salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.	20
Tabla 7: Población según tipo de servicio de agua potable del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	21
Tabla 8: Población según tipo de servicio de alcantarillado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.	22
Tabla 9: Población que cuenta con alumbrado eléctrico por red pública del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	23
Tabla 10: Población según nivel educativo alcanzado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	24
Tabla 11: Coordenadas de calicatas	34
Tabla 12: Matriz de Base de Datos de Emergencias y Daños ocurridos en el Perú: 2003-2020	49
Tabla 13: Descriptores de Intensidad de Mercalli Modificada (MMI) del peligro DESLIZAMIENTO	70
Tabla 14: Matriz de comparación de pares de Áreas de deslizamiento	70
Tabla 15: Matriz de normalización para Áreas de deslizamiento	71
Tabla 16: Índice de consistencia y relación de Consistencia;	71
Tabla 17: Factores desencadenantes y condicionantes;	73
Tabla 18: Escala de Magnitud de momento (Mw) del peligro DESLIZAMIENTO	76
Tabla 19: Matriz de comparación de pares	76
Tabla 20: Matriz de normalización de Magnitud de momento;	76
Tabla 21: Índice de consistencia y relación de consistencia;	76
Tabla 22: Descripción de los Factores Condicionantes;	77
Tabla 23: Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes;	77
Tabla 24: Matriz de normalización de los factores condicionantes;	78
Tabla 25: Índice de consistencia y relación de Consistencia;	78
Tabla 26: Factor condicionante: Pendiente;	78
Tabla 27: Matriz de normalización para el Pendiente;	79
Tabla 28: Índice de consistencia y relación de Consistencia;	79
Tabla 29: Factor condicionante de Unidades Geomorfológicas;	80
Tabla 30: Matriz de normalización para Unidades Geomorfológicas;	80
Tabla 31: Índice de consistencia para Unidades Geomorfológicas;	80
Tabla 32: Matriz de comparación de pares para Unidades Geológicas;	81
Tabla 33: Matriz de normalización para Unidades Geológicas;	81
Tabla 34: Índice de Consistencia para Unidades Geológicas;	81
Tabla 35: Resumen de los parámetros considerados para la obtención del peligro	82
Tabla 36: Niveles de Peligro;	83
Tabla 37: Matriz de Peligro por DESLIZAMIENTO;	84
Tabla 38: Matriz de comparación de pares de las dimensiones para el análisis de la vulnerabilidad;	88
Tabla 39: Matriz de normalización de dimensiones para el análisis de la vulnerabilidad;	88
Tabla 40: Índice de consistencia y relación de consistencia;	89
Tabla 41: Resumen de parámetros para las dimensiones social, económica y ambiental	89
Tabla 42: Descriptores de ubicación del componente dentro del área del peligro;	90



Tabla 43: Matriz de comparación de pares de ubicación del componente dentro del área del peligro;....	90
Tabla 44: Matriz de normalización de ubicación del componente dentro del área del peligro;.....	90
Tabla 45: Índice de consistencia y relación de consistencia;	91
Tabla 46: Descriptores de superficie de rodadura;	91
Tabla 47: Matriz de comparación de pares de superficie de rodadura;	92
Tabla 48: Matriz de normalización de superficie de rodadura;	92
Tabla 49: Índice de consistencia y relación de consistencia;	92
Tabla 50: Descriptores de obras de arte y drenaje;	93
Tabla 51: Matriz de comparación de pares de obras de arte y drenaje;	93
Tabla 52: Matriz de normalización de obras de arte y drenaje;	94
Tabla 53: Índice de consistencia y relación de consistencia;	94
Tabla 54: Descriptores de nivel de gestión de mantenimiento vial	95
Tabla 55: Matriz de comparación de pares de nivel gestión de mantenimiento vial	95
Tabla 56: Matriz de normalización de gestión de mantenimiento vial	96
Tabla 57: Índice de consistencia y relación de consistencia;	96
Tabla 58: Descriptores de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto)	97
Tabla 59: Matriz de comparación de pares de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto)	97
Tabla 60: Matriz de normalización de población potencialmente expuesta (beneficiarios del proyecto) .	97
Tabla 61: Índice de consistencia y relación de consistencia;	97
Tabla 62: Descriptores de Grupo Etereo.....	98
Tabla 63: Matriz de comparación de pares de Grupo Etereo.....	98
Tabla 64: Matriz de normalización de Grupo Etereo.....	99
Tabla 65: Índice de consistencia y relación de consistencia;	99
Tabla 66: Descriptores de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad	100
Tabla 67: Matriz de comparación de pares de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad	101
Tabla 68: Matriz de normalización de conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres en la localidad	101
Tabla 69: Índice de consistencia y relación de consistencia;	101
Tabla 70: Descriptores de cercanía a residuos sólidos;	102
Tabla 71: Matriz de comparación de pares de cercanía a residuos sólidos;	102
Tabla 72: Matriz de normalización de cercanía a residuos sólidos;	103
Tabla 73: Índice de consistencia y relación de consistencia;	103
Tabla 74: Descriptores de disposición de residuos sólidos;	103
Tabla 75: Matriz de comparación de pares de disposición de residuos sólidos;.....	104
Tabla 76: Matriz de normalización de disposición de residuos sólidos;	104
Tabla 77: Índice de consistencia y relación de consistencia;	105
Tabla 78: Descriptores de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;.....	105
Tabla 79: Matriz de comparación de pares de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;.....	106
Tabla 80: Matriz de normalización de nivel de cumplimiento de estándares ambientales;.....	106
Tabla 81: Índice de consistencia y relación de consistencia;	106
Tabla 82: Estratificación de la vulnerabilidad	107
Tabla 83: Niveles de Vulnerabilidad	108
Tabla 84: Niveles de riesgo por DESLIZAMIENTO	112
Tabla 85: Matriz de Riesgo;	112
Tabla 86: Matriz de riesgo por Peligros y Vulnerabilidades;	112
Tabla 87: Estratificación del nivel de riesgo por DESLIZAMIENTO;.....	113
Tabla 88: Calculo de efectos probables	116



<i>Tabla 89: Según el Valoración de consecuencias;</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 90: Según la Valoración de la frecuencia de ocurrencia;</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 91: Nivel de consecuencia y daños que indica el NIVEL 3-ALTA;</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 92: Medidas cualitativas de consecuencias y daño;</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 93: Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo;</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 94: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo;</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 95: Nivel de Priorización;</i>	<i>119</i>



12 LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cartografía de peligros por Movimientos en masa, Niveles medios, altos y muy altos	11
Figura 2 - Cartografía de peligros por Inundación, Nivel moderado	11
Figura 3 - Susceptibilidad a Inundaciones por lluvias fuertes – Nivel Bajo y Medio	12
Figura 4 - Susceptibilidad a Movimiento de masas por lluvias fuertes – Nivel medio	12
Figura 5 - Cartografía de susceptibilidad inundaciones por lluvias asociadas a eventos del niño, Niveles bajos y medios	13
Figura 6 - Cartografía de intensidades sísmicas máximas (1400-1900), Nivel VII en la escala de Mercalli	13
Figura 7 - Mapa de Ubicación.....	15
Figura 8 - Vía de acceso al área de estudio en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	16
Figura 9 - Valle de Locumba.	27
Figura 10 - Mapa Geológico de la sección 36u1	28
Figura 11 - Mapa de Geología local.....	31
Figura 12 - Mapa de Geomorfología local.....	33
Figura 13 - Factores de Zona "z"	38
Figura 14 - Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas	39
Figura 15 - Factores de zona "Z"	39
Figura 16 - Parámetros sísmicos.....	40
Figura 17 - Mapa de Pendientes de Terreno	43
Figura 18 - Mapa de Pendientes.....	44
Figura 19 - El Rio Locumba	45
Figura 20 – Geometría de la Subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en Perú.	62
Figura 21 – Sismo originado por falla geológica	62
Figura 22 - Mapa sísmico del Perú en la zona de evaluación.	63
Figura 23 - Isosistas del Sismo del 23 junio del 2001.....	66
Figura 24 - Isosistas del Sismo del 13 de agosto de 1868.....	67
Figura 25 – Mapa de áreas de deslizamiento.....	69
Figura 26 - Mapa de elementos expuestos;.....	72
Figura 27 - Distribución de áreas de ruptura de grandes sismos ocurridos en el borde oeste de Sudamérica durante los siglos XIX, XX Y XXI.....	74
Figura 28 - Distribución de las áreas de ruptura de grandes sismos asociados al proceso de subducción y ocurridos en la región Sur de Perú y Norte de Chile durante los siglos XIX, XX y XXI. Las superficies sombreadas corresponden a las áreas de ruptura y las barras en rojo, a las lagunas sísmicas. Las áreas encerradas con interlineado corresponden a los sismos de 1868 y 1877.....	75
Figura 29 - Mapa de Peligro;	85
Figura 30 - Mapa de Vulnerabilidad.....	109
Figura 31 - Mapa de riesgo por DESLIZAMIENTO	115



13 LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Población según grupos de edades del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	18
Gráfico 2 - Tipo de seguro de salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.	21
Gráfico 3 - Población según tipo de servicio de agua potable del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.	22
Gráfico 4 - Población según tipo de servicio de alcantarillado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	23
Gráfico 5 - Población que cuenta con alumbrado eléctrico por red pública del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	24
Gráfico 6 - Población según nivel educativo alcanzado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;	25
Gráfico 7 - Temperatura media estación Locumba.	46
Gráfico 8 - Temperatura mínima – Estación Locumba	46
Gráfico 9 - Temperatura Máxima – Estación Locumba	47
Gráfico 10 - Humedad relativa estación Locumba.	47
Gráfico 11 - Precipitación estación Locumba.	48
Gráfico 12 - Clasificación de los peligros;	53
Gráfico 13 - Peligros Generados por fenómenos de origen natural	54
Gráfico 14 - Metodología para la determinación del nivel de peligro	55
Gráfico 15 - Flujograma general del proceso de análisis de información	56
Gráfico 16 - Flujograma General del Proceso de análisis de información;	57
Gráfico 17 - Metodología para la determinación del nivel de la Vulnerabilidad	87
Gráfico 18 - Metodología para el análisis de riesgos	111



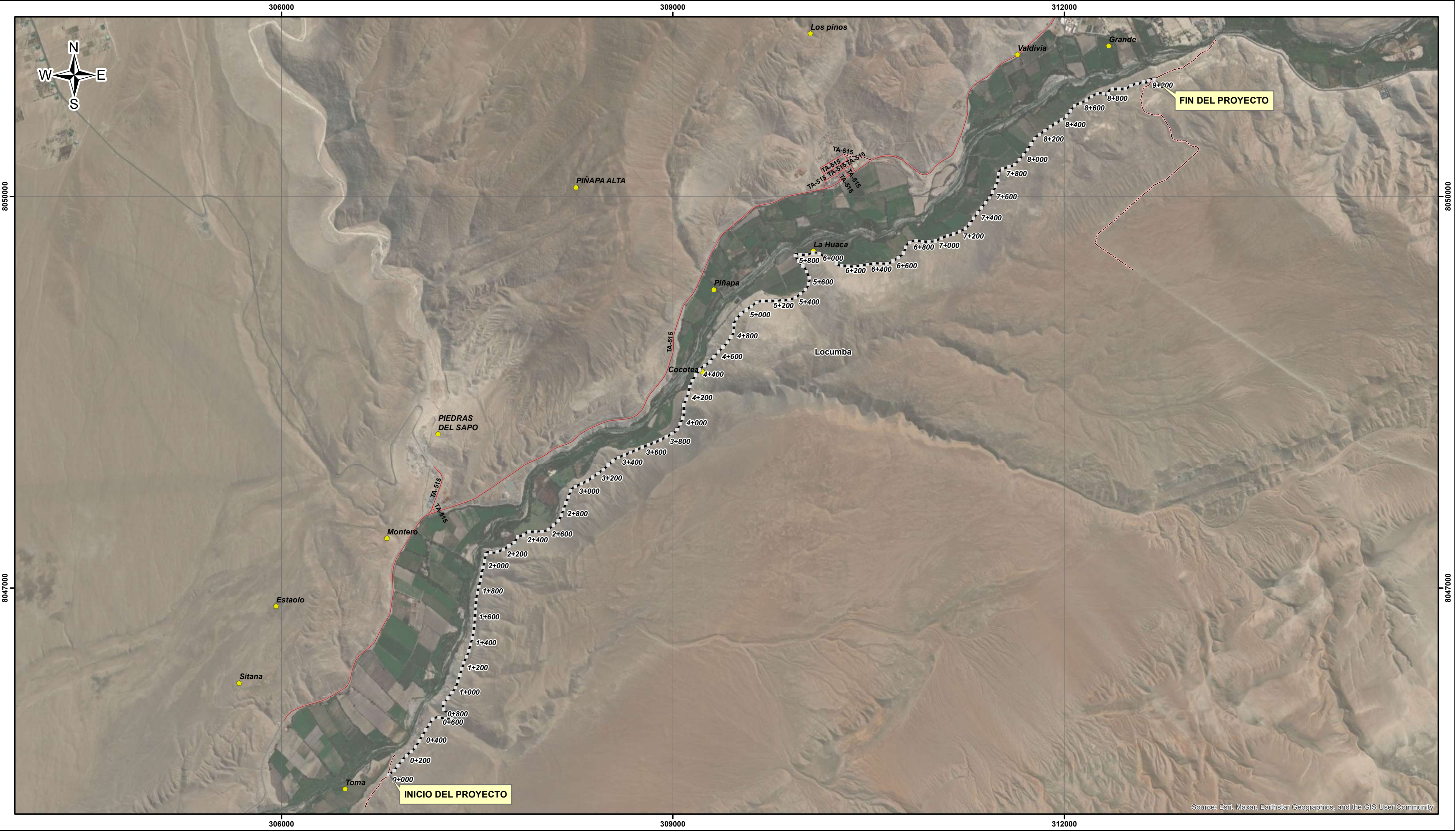
14 LISTA DE FOTOGRAFIAS

<i>Fotografía 1 – Sector AURORA y PUNTA BLANCA, donde inicia el trazo de la vía proyectada en el valle de Locumba.</i>	<i>125</i>
<i>Fotografía 2 – Se muestra al fondo la quebrada en el sector de Sitana Km 0+700, zona que evidencia erosión de ladera ambas márgenes del cauce seco.</i>	<i>125</i>
<i>Fotografía 3 – Se muestra zona de erosión de suelos por peligro de deslizamiento hasta la progresiva 1+650.</i>	<i>126</i>
<i>Fotografía 4 – Vista de otra perspectiva el Valle de Locumba inserto en flanco derecho e izquierdo.</i>	<i>126</i>
<i>Fotografía 5 – Se muestra el sector de Piñara, muestra el cauce seco que ingresa a la cuenca del valle de Locumba.</i>	<i>127</i>
<i>Fotografía 6 – Se muestra visita de campo a verificar las características de la zona proyectada últimos kilómetros).....</i>	<i>127</i>
<i>Fotografía 7 – Se muestra el tramo final del trazo vial proyectado sector Locumba, de geomorfología vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.....</i>	<i>128</i>
<i>Fotografía 8 – Se muestra el empalme de la vía propuesta Km 9+246 con la vía existente hacia puente viejo del rio Locumba.....</i>	<i>128</i>



15 PLANOS

- Mapa de Ubicación
- Mapa de Elementos expuestos
- Mapa de Pendientes
- Mapa de Geología Local
- Mapa de Geomorfología Local
- Mapa de Magnitud
- Mapa de Área de deslizamiento
- Mapa de Peligro
- Mapa de Vulnerabilidad
- Mapa de Riesgos



LEYENDA

- Progresivas
- Poblados
- Red vial proyectada
- Camino Afirmado
- Camino Carrozable
- Camino de Herradura
- Distrito Locumba

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRD

HANDASA GROUP S.R.L.
RUC: 20612109061

ING. GIOVANNA PERCIA LOSTAUNAU HUAR
GERENTE GENERAL

MAPA REGIONAL

Area de intervención

CANDARAVE

TARATA

JORGE BASADRE

TACNA

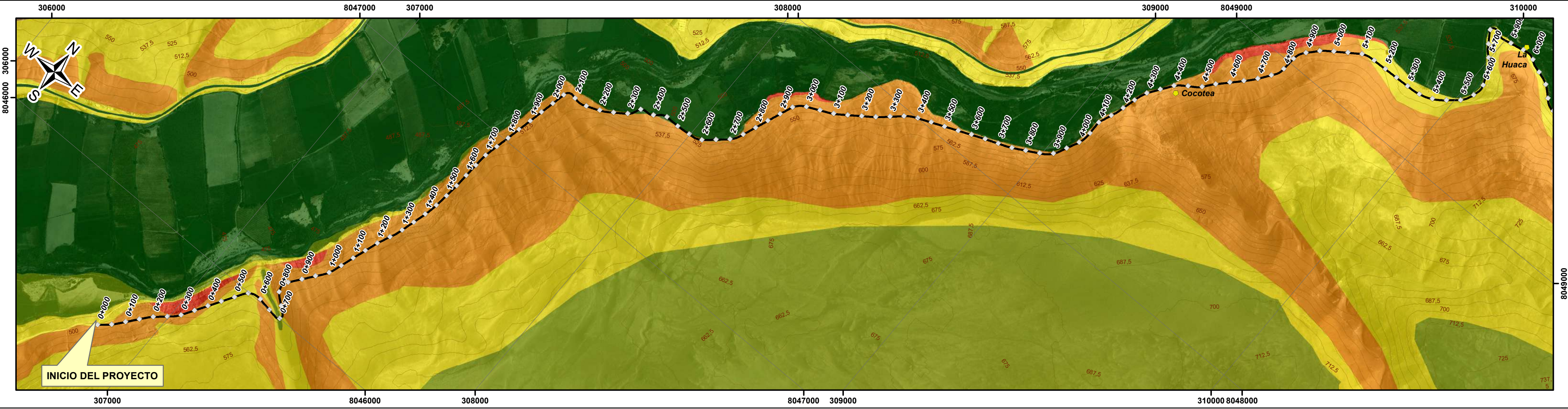
MAPA NACIONAL

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

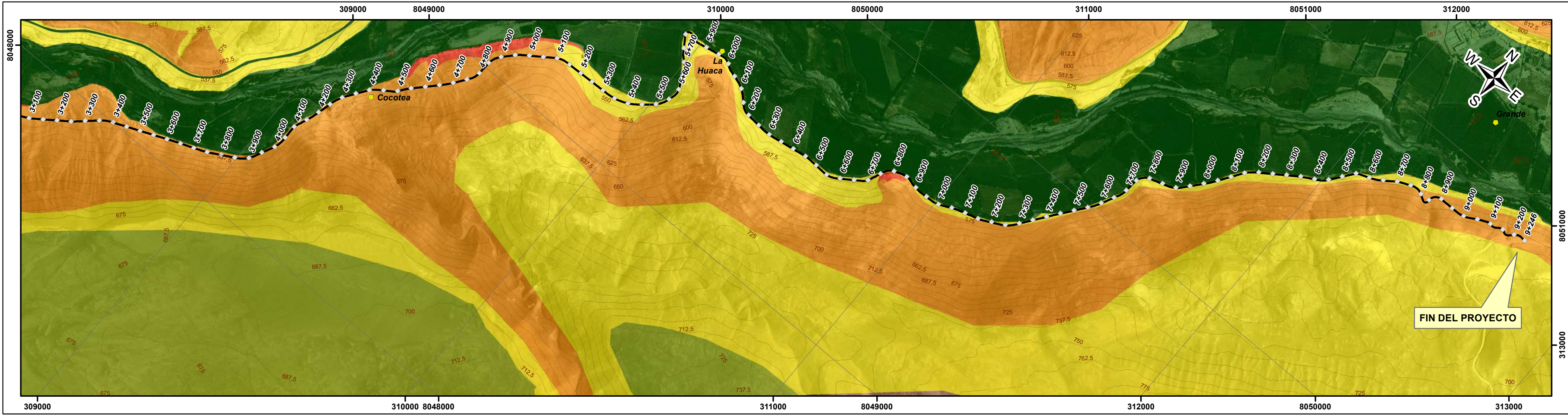
"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE UBICACION

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:20.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRD (Imágenes Raster)	Fecha: febrero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MUB-01



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109064

ING. GIOVANNITA DEPIA LOSTAUNAU HIJAR
GERENTE GENERAL

LEYENDA

■	Progresivas
●	Poblados
—	Red vial proyectada
—	Curvas de nivel

Rango de Pendiente

■	0° - 5°
■	5° - 15°
■	15° - 25°
■	25° - 35°
■	> 35°

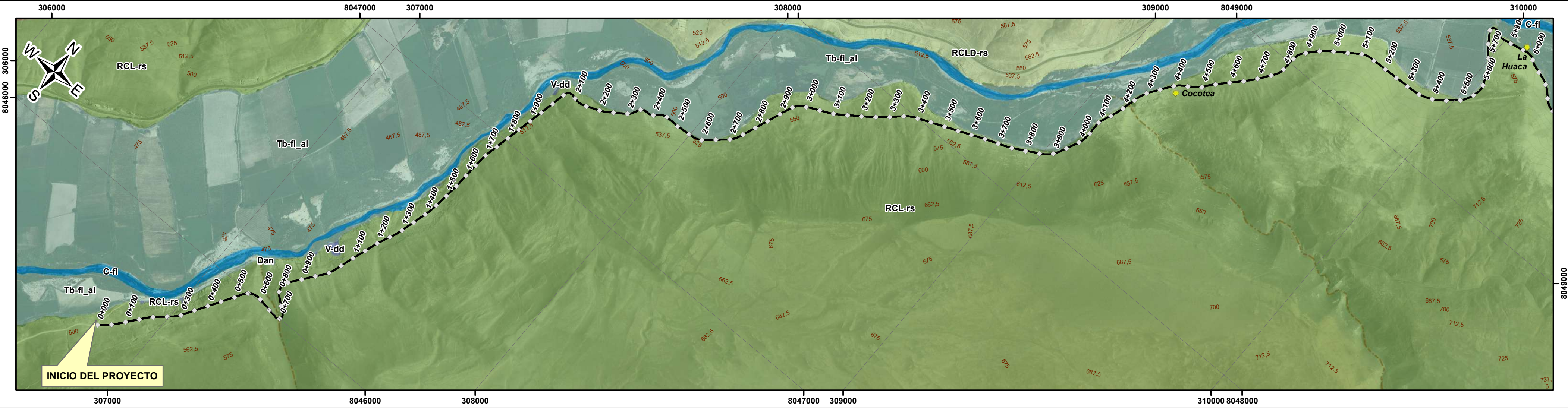
Ing. Antonio Julián Salinas Pardo
REG. CIP. N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRÉD-J

MAPA REGIONAL

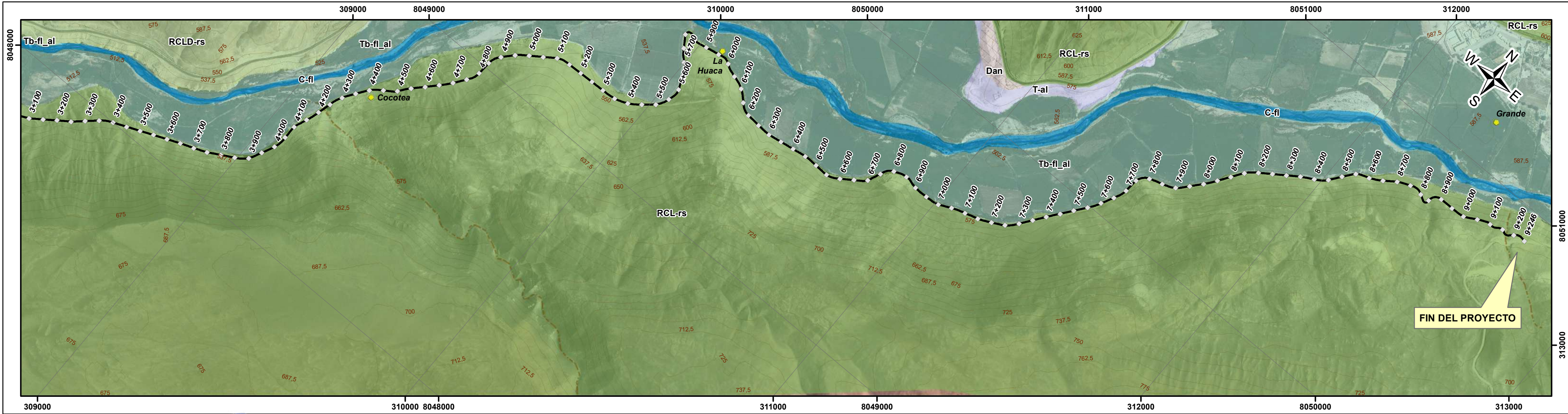
MAPA NACIONAL

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO
"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE PENDIENTE			
Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRÉD (Imágenes Raster)		Fecha: febrero, 2026	Mapa: MPD-01
		Formato de impresión: A 2	



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109061

ING. GIOVANNIA DE LA LOSTAUNAU HUJAR
GERENTE GENERAL

Ing. Antonio Julian Salinas Pantoja
REG CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRÉD-J

LEYENDA

- Poblados
- Progresivas
- Curvas_Nivel
- Red vial proyectada
- - - Quebradas
- Rio Cinto
- Rio Locumba
- Rio Salado
- Unidades Geomorfológicas
- C-fi Cauce fluvial
- Dan Deposito antropico
- RCL-rs Relieve de Colina y Lomada en roca sedimentaria
- RCLD-rs Relieve de Colina y Lomada disectada en roca sedimentaria
- T-al Terraza aluvial
- Tb-fl_al Terraza baja fluvio aluvial
- V-dd Vertiente de desplazamiento

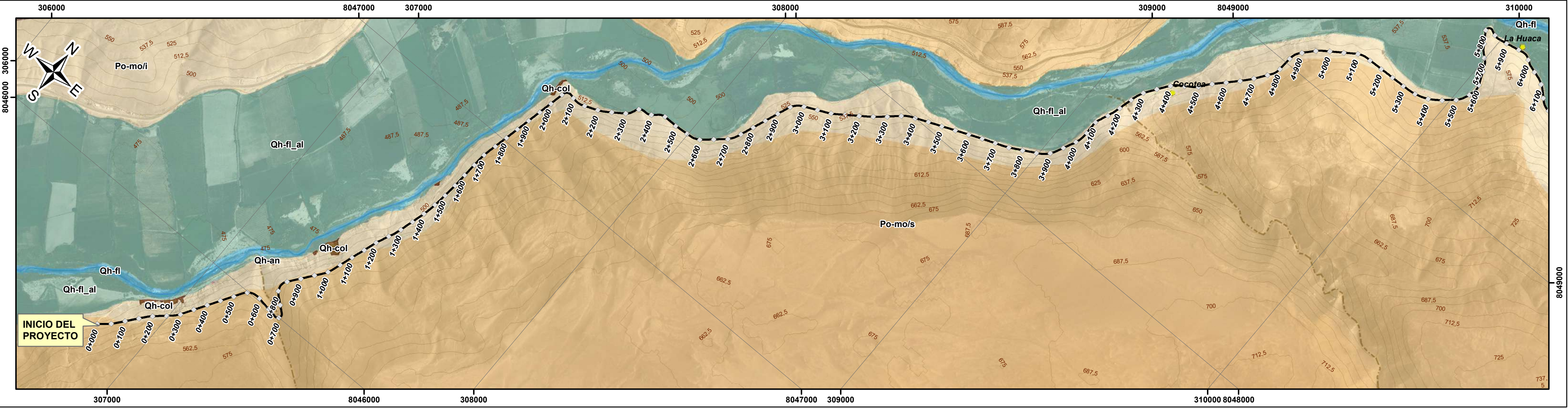
MAPA REGIONAL

MAPA NACIONAL

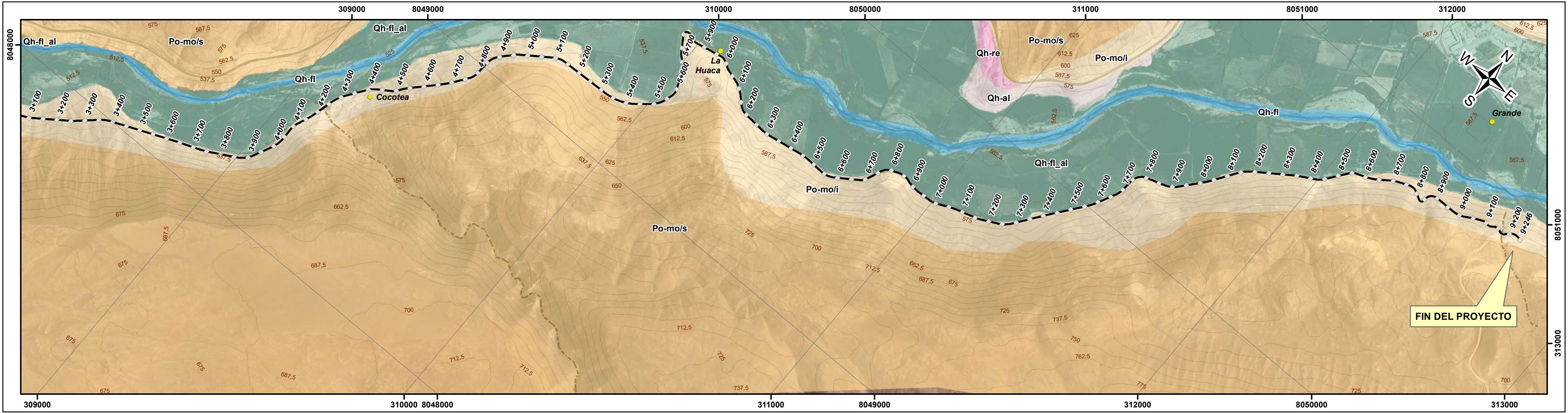
EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO
"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE GEOMORFOLOGIA LOCAL

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRÉD (Imágenes Raster)	Fecha: enero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MGL-02



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109001

ING. GIOVANNI PÉREZ LÓPEZ
GERENTE GENERAL

ING. ANTONIO JULIÁN SALINAS PAURO
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRED

LEYENDA

● Poblados	— Rio Cinto	■ Qh-col Depósito coluvial
□ Progresivas	— Rio Locumba	■ Qh-al Depósito aluvial
— Curvas_Nivel	— Rio Salado	■ Qh-fl Depósito fluvial
— Red vial proyectada	Unidades Geológicas	■ Qh-fl_al Depósito fluvio aluvial
--- Quebradas	■ Qh-re Depósito de relleno	■ PN-mo_i Formación Moquegua - Miembro inferior
	■ Qh-an Depósito antropogénico	■ PN-mo_s Formación Moquegua - Miembro superior

0 0,225 0,45 0,9 1,35 1,8 km

MAPA REGIONAL

Area de intervención

CANDARAVE

TARATA

JORGE BASADRE

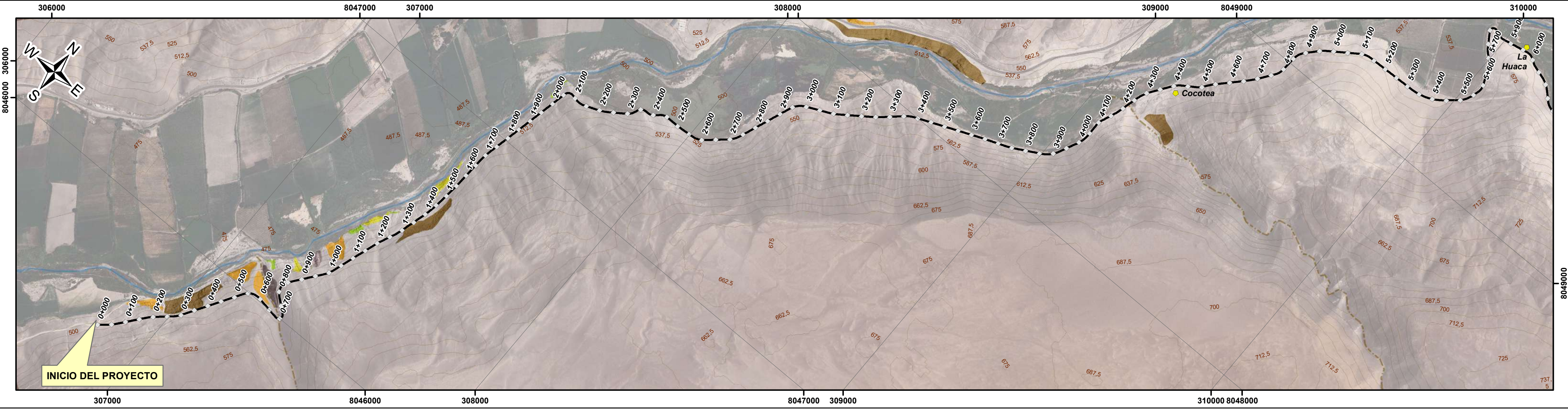
TACNA

MAPA NACIONAL

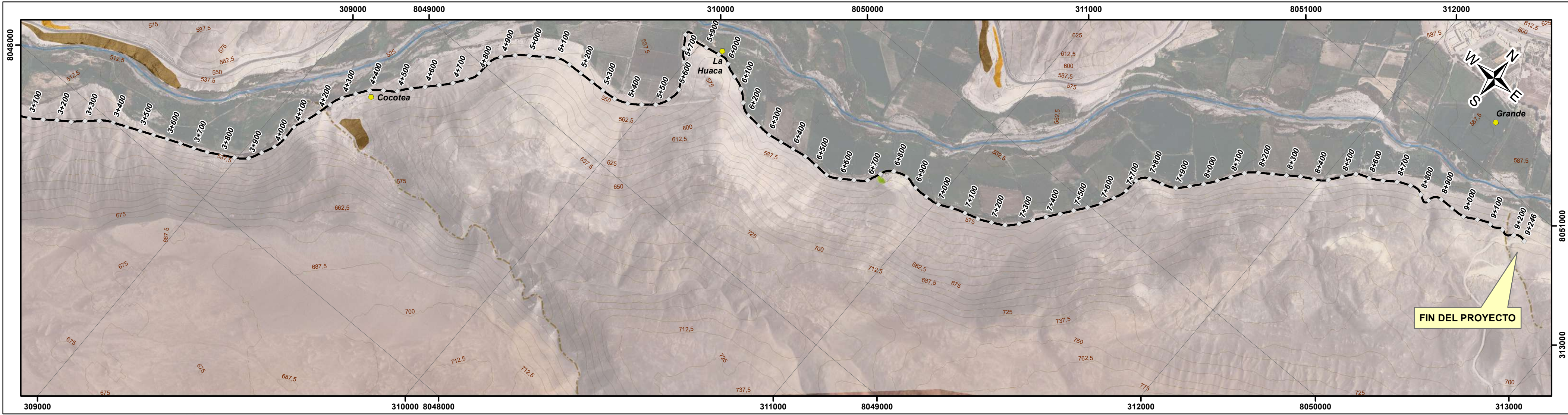
EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED (Imágenes Raster)	Fecha: febrero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MGL-01



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109061

ING. GIOVANNA DEPTA LOSTAUNAU HUAR
GERENTE GENERAL

LEYENDA

□

 Progresivas

●

 Poblados

—

 Red vial proyectada

- - -

 Quebradas

—

 Rio Cinto

—

 Rio Locumba

—

 Rio Salado

—

 Curvas_Nivel

Áreas de deslizamiento

■

 Mayor a 5000 m2

■

 De 2501 a 5000 m2

■

 De 1000 a 2500 m2

■

 Menor a 1000 m2

■

 No susceptible a deslizamiento

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES N° 138-2018 - CENEPRED

0

0,225

0,45

0,9

1,35

1,8

km

MAPA REGIONAL

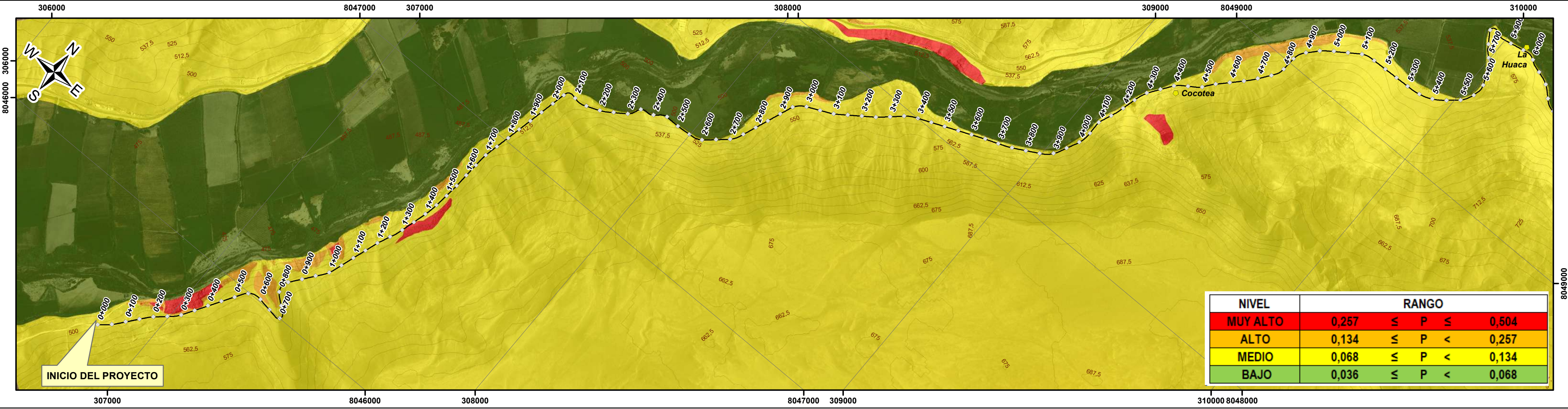
MAPA NACIONAL

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

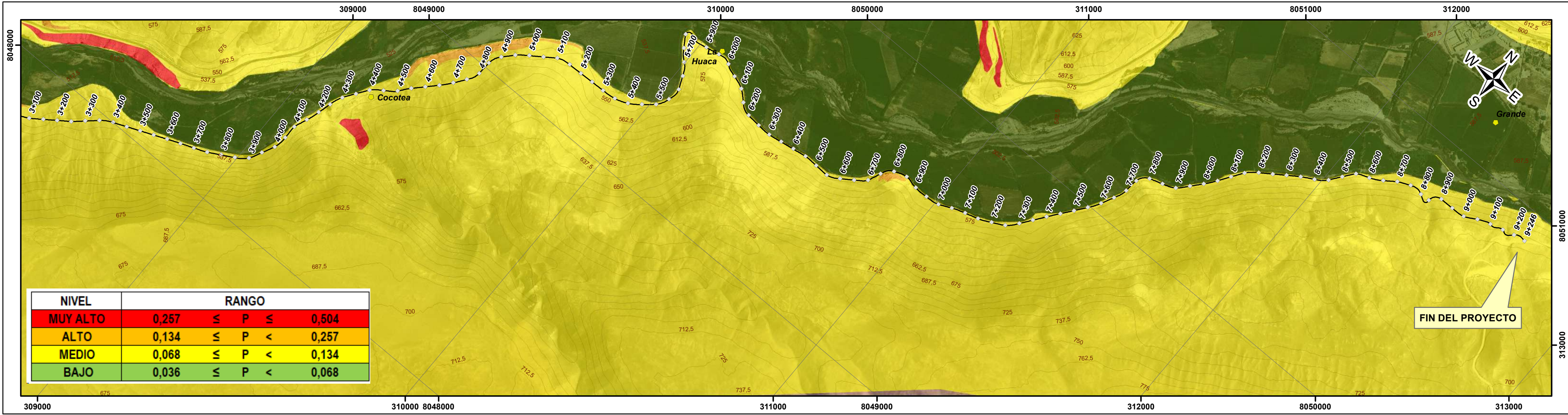
"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE AREA DE DESLIZAMIENTO

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED (Imágenes Raster)	Fecha: enero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MAD-01



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109004

ING. GIOVANNI DÍAZ LOSTAUNAU HUJAR
GERENTE GENERAL

LEYENDA

- Progresivas
- Poblados
- Red vial proyectada
- Curvas de nivel

Nivel de Peligro

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRD

MAPA REGIONAL

Area de intervención

CANDARAVE

TARATA

JORGE BASADRE

TACNA

MAPA NACIONAL

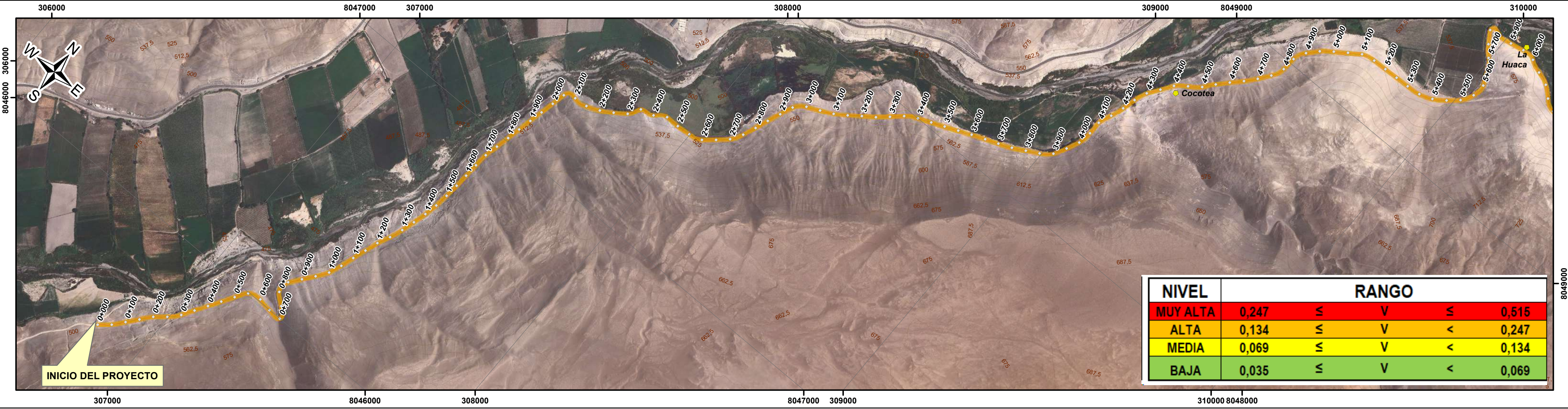
EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

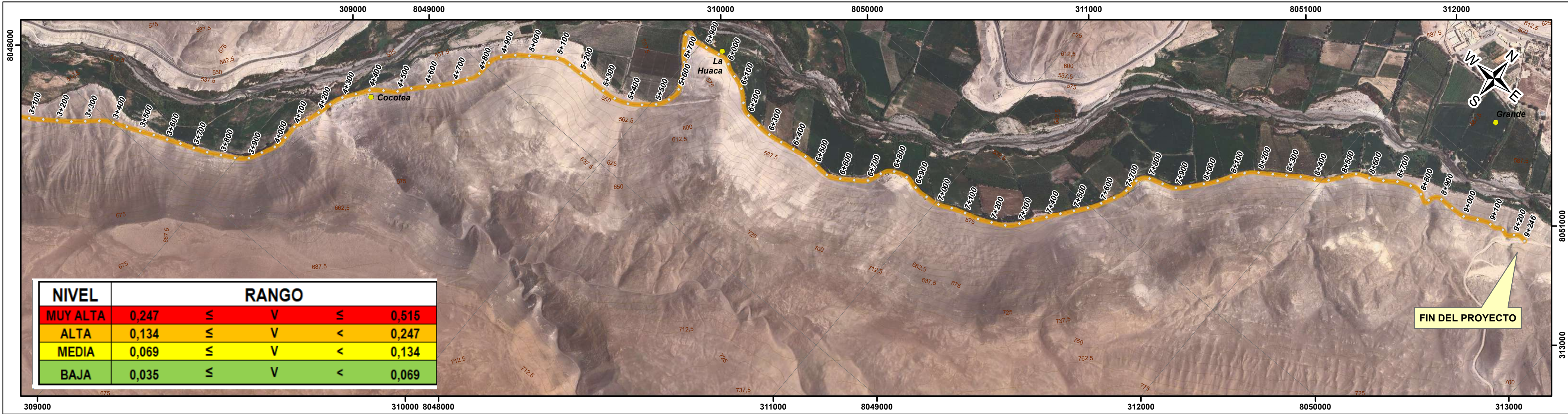
MAPA DE PELIGRO

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRD (Imágenes Raster)	Fecha: febrero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MPE-01

0 0,225 0,45 0,9 1,35 1,8 km



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109091

ING. GIOVANNI DEPIA LOSTAUNAU HUIAR
GERENTE GENERAL

LEYENDA

- Progresivas
- Poblados
- Curvas de nivel
- Red vial proyectada
- Nivel de Vulnerabilidad
- Alta

0 0,225 0,45 0,9 1,35 1,8 km

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRD

MAPA REGIONAL

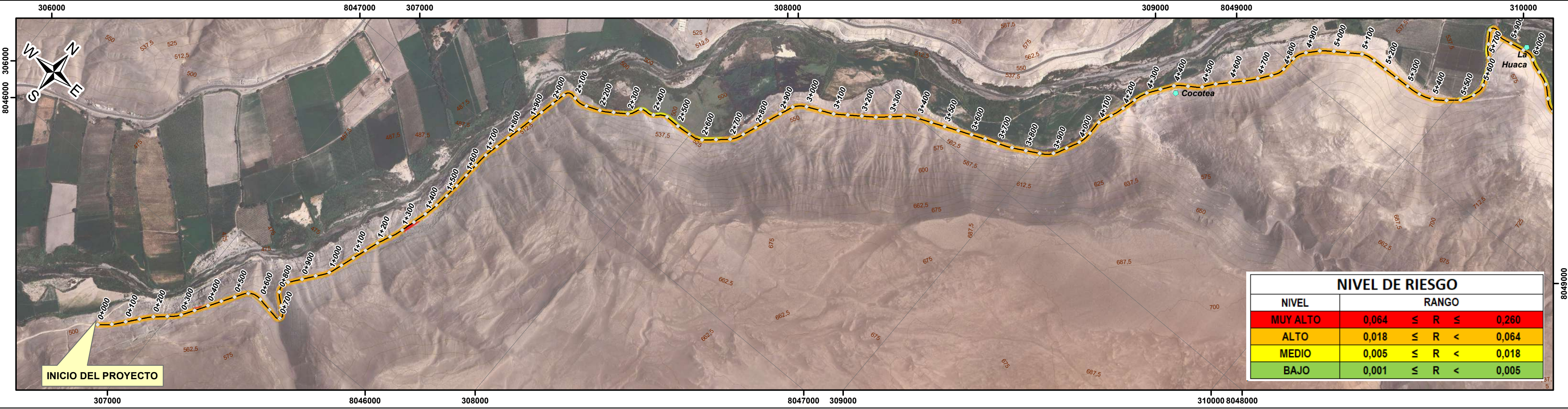
MAPA NACIONAL

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

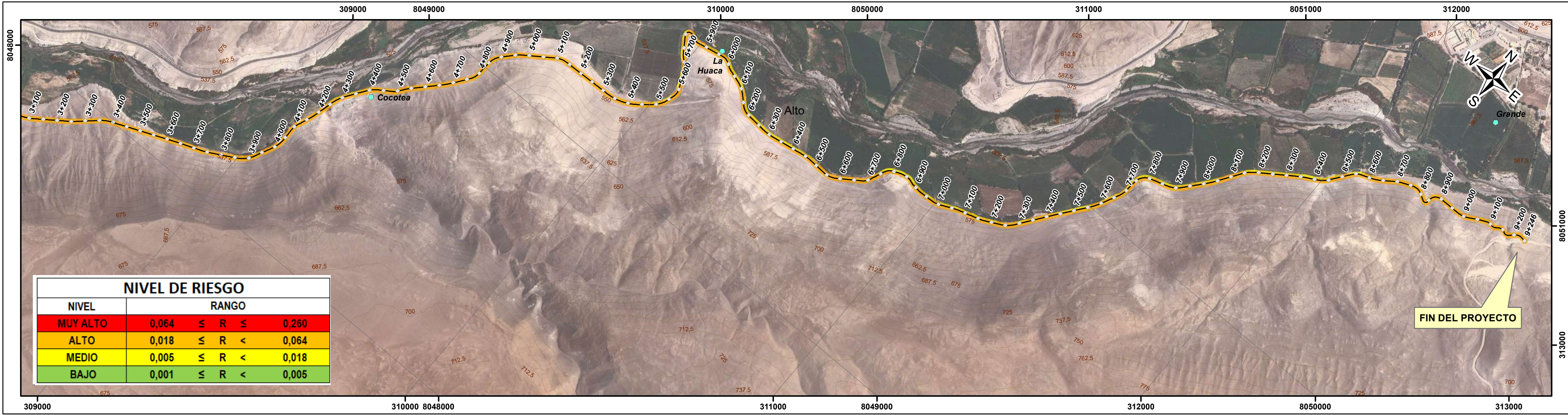
"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE VULNERABILIDAD

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRD (Imágenes Raster)	Fecha: enero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MVU-01



PROGRESIVAS 0+000 A 5+000



PROGRESIVAS 5+000 A 9+246

HANDASA GRUPO E.I.R.L.
RUC: 20612109054

ING. GIOVANNA DEPIA LOSTAUNAU HIJAR
GERENTE GENERAL

LEYENDA

- Progresivas
- Poblados
- Red vial proyectada
- Curvas de nivel

Nivel de Riesgo

- Medio
- Alto
- Muy Alto

Ing. Antonio Julián Salinas Pauro
REG. CIP N° 48872
EVALUADOR DE RIESGOS
RES. N° 138-2018 - CENEPRD

MAPA REGIONAL

Area de intervención

CANDARAVE, TARATA, TACNA, JORGE BASADRE

MAPA NACIONAL

EVALUACION DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DEL PROYECTO

"CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VIAL INTERURBANA EN (LOS) SECTORES PUNTA BLANCA-COCOTEA-PIÑAPA-LA HUACA-HACIENDA GRANDE- VALDIVIA, TRAMO EMP. R230349 PUNTA BLANCA (PROGRESIVA 1+580)-EMP. TA-576 PTE. LOCUMBA (PROGRESIVA 0+720) EN EL DISTRITO DE LOCUMBA DE LA PROVINCIA DE JORGE BASADRE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA"

MAPA DE RIESGO

Evaluador de riesgo:	Procesamiento SIG : Equipo Técnico	Escala: 1:10.000	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 19 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI (Centros poblados) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRD (Imágenes Raster)	Fecha: febrero, 2026	Formato de impresión: A 2	Mapa: MRI-01

0 0,225 0,45 0,9 1,35 1,8 km