



**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).

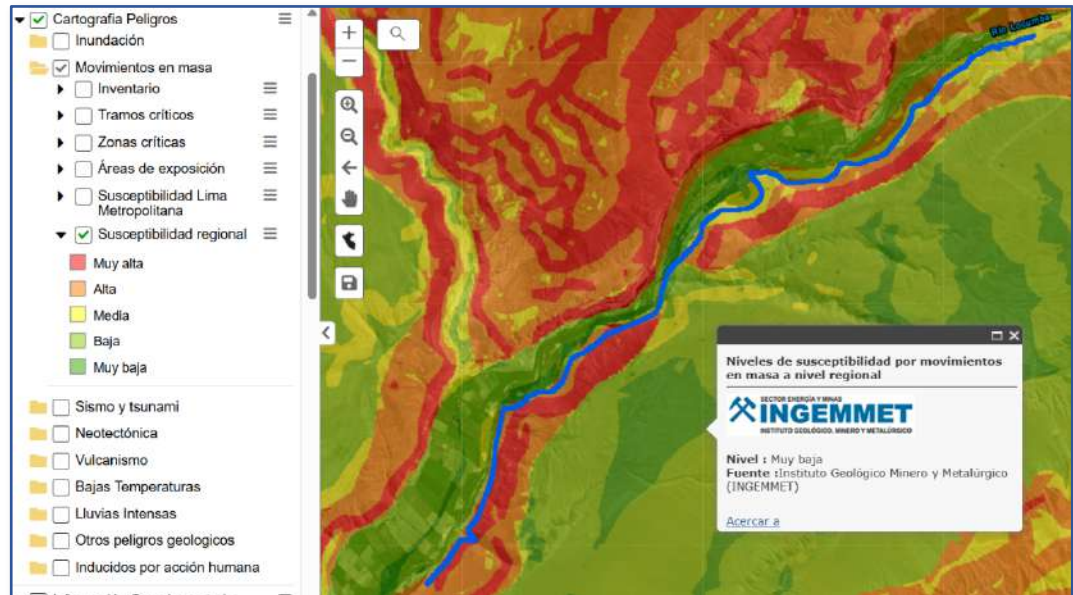
En la región sur del Perú, los sismos de gran magnitud ocurrieron en los años 1604 (M8.5), 1868 (M8.8) y recientemente, el sismo del 2001 (M8.2) que produjeron daños importantes en personas e infraestructuras de las actuales regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna. En la región centro, el sismo de mayor 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:

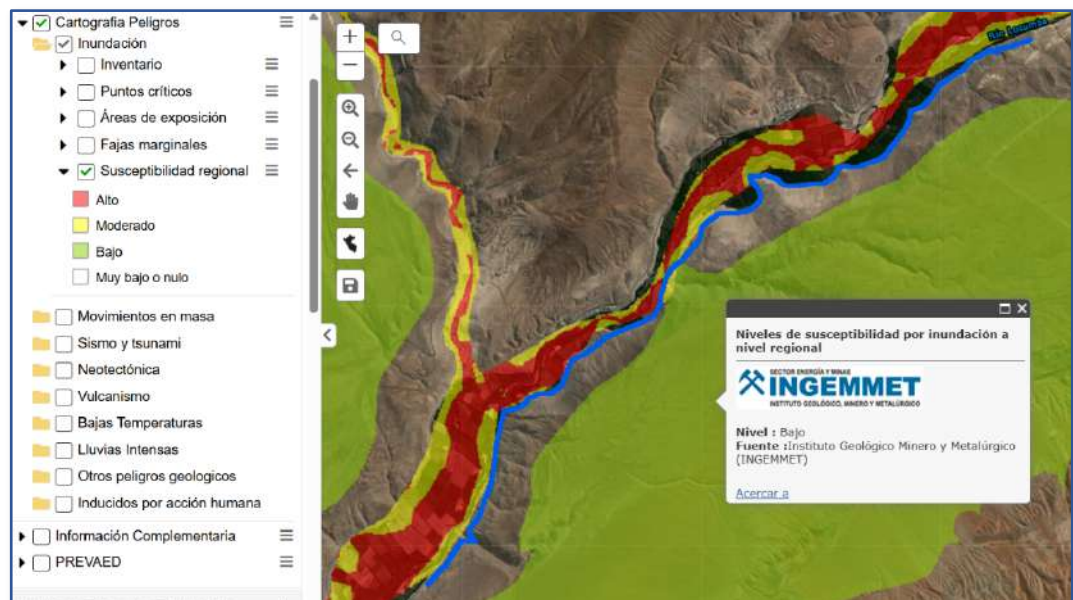


Figura 1 - Cartografía de peligros por Movimientos en masa, Niveles medios, altos y muy altos



Fuente: SIGRID

Figura 2 - Cartografía de peligros por Inundación, Nivel moderado



Fuente: SIGRID

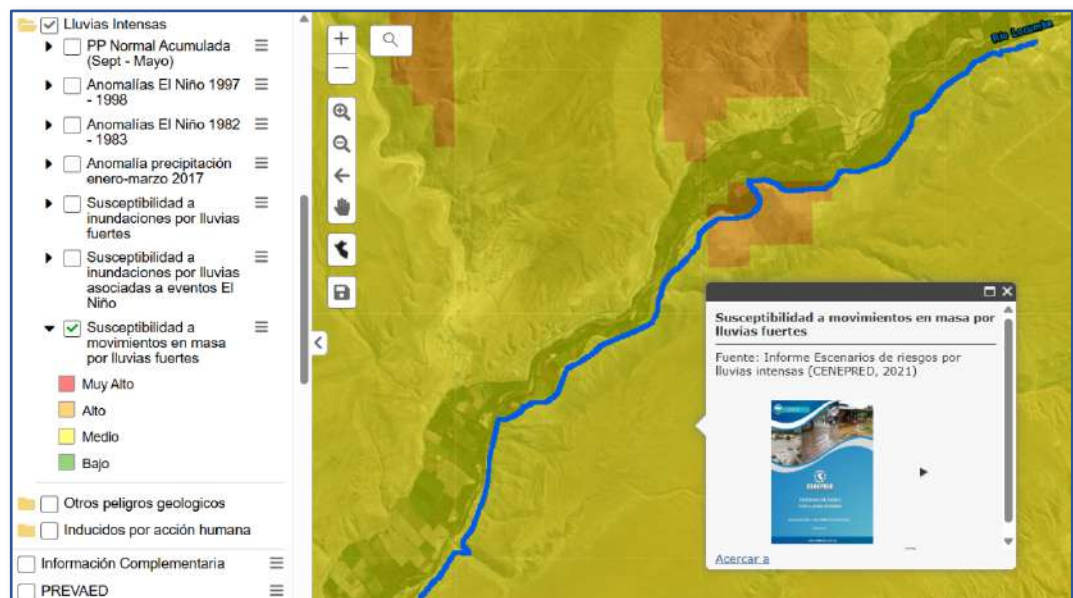


Figura 3 - Susceptibilidad a Inundaciones por lluvias fuertes – Nivel Bajo y Medio



Fuente: SIGRID

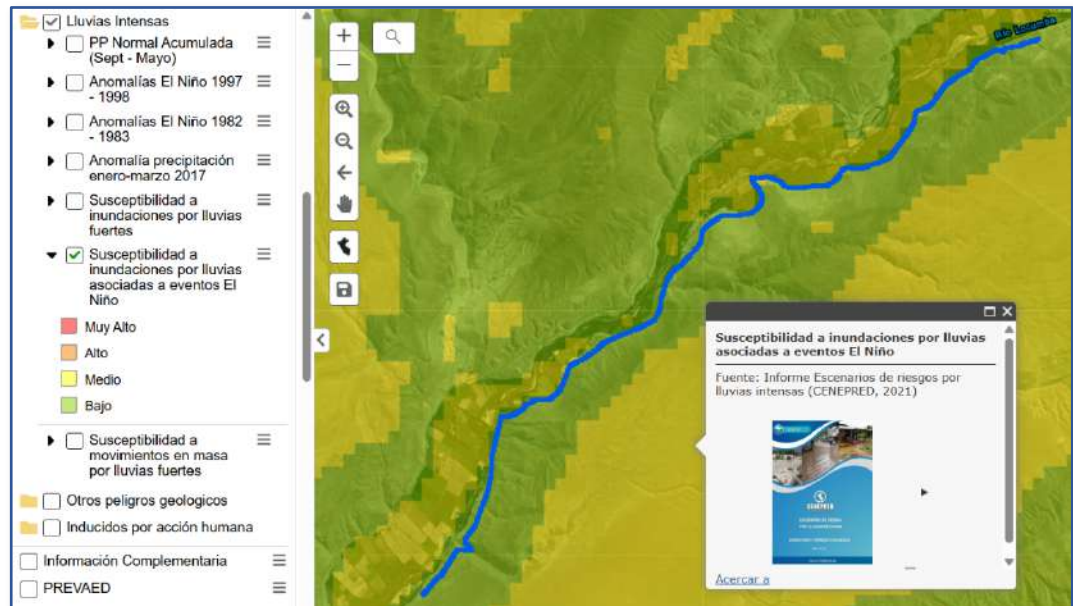
Figura 4 - Susceptibilidad a Movimiento de masas por lluvias fuertes – Nivel medio



Fuente: SIGRID

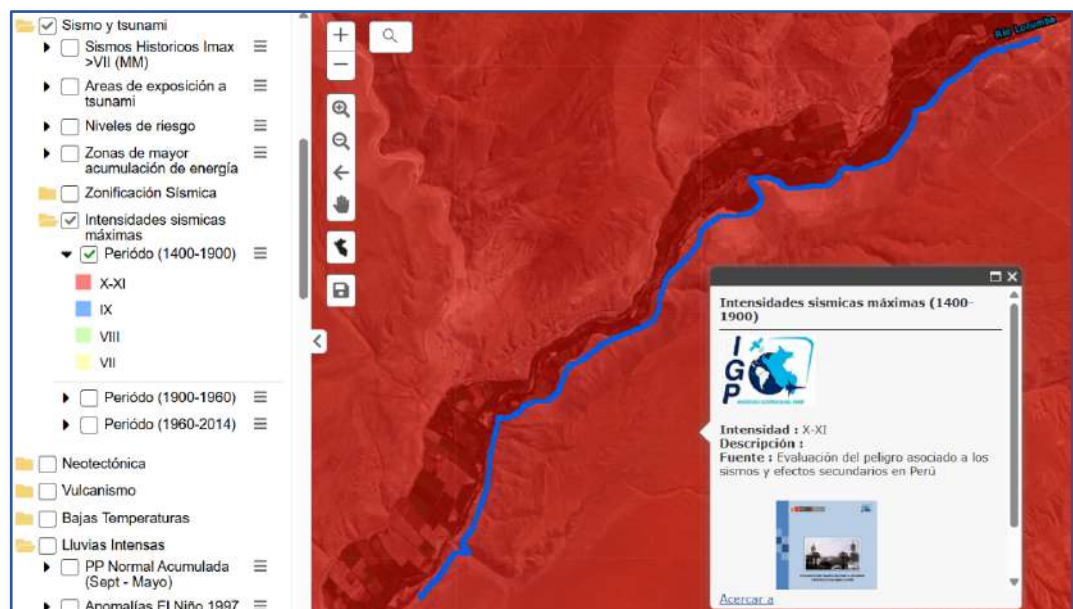


Figura 5 - Cartografía de susceptibilidad inundaciones por lluvias asociadas a eventos del niño, Niveles bajos y medios



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".



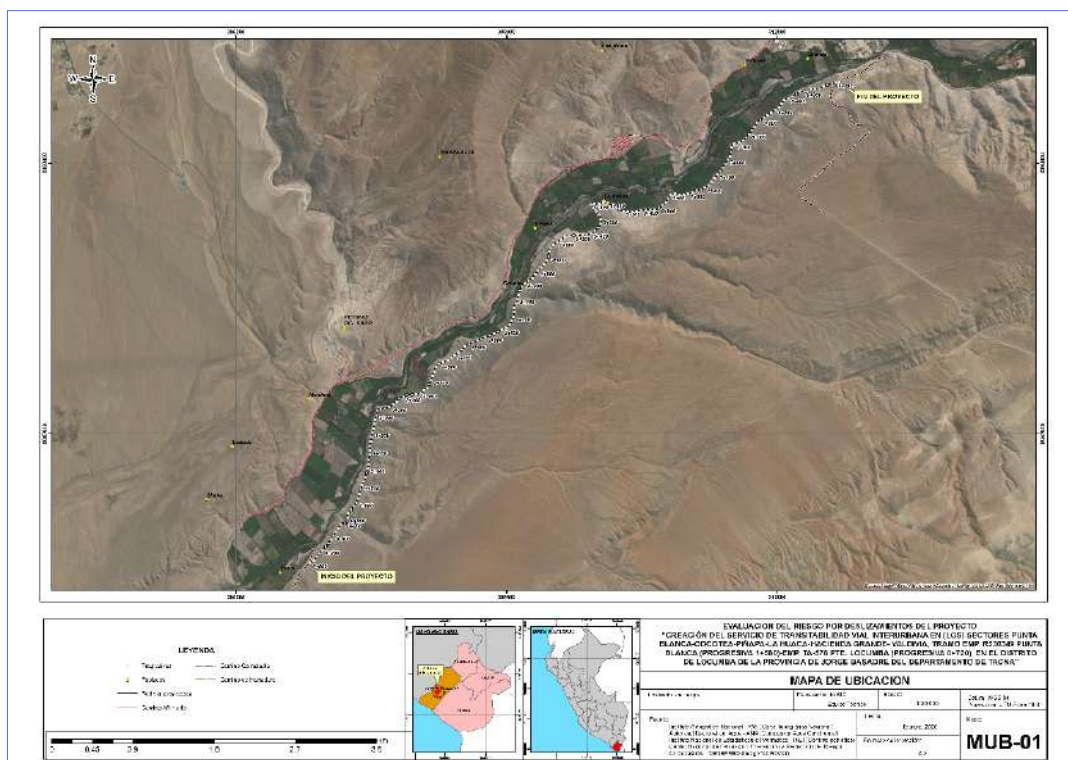
2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

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

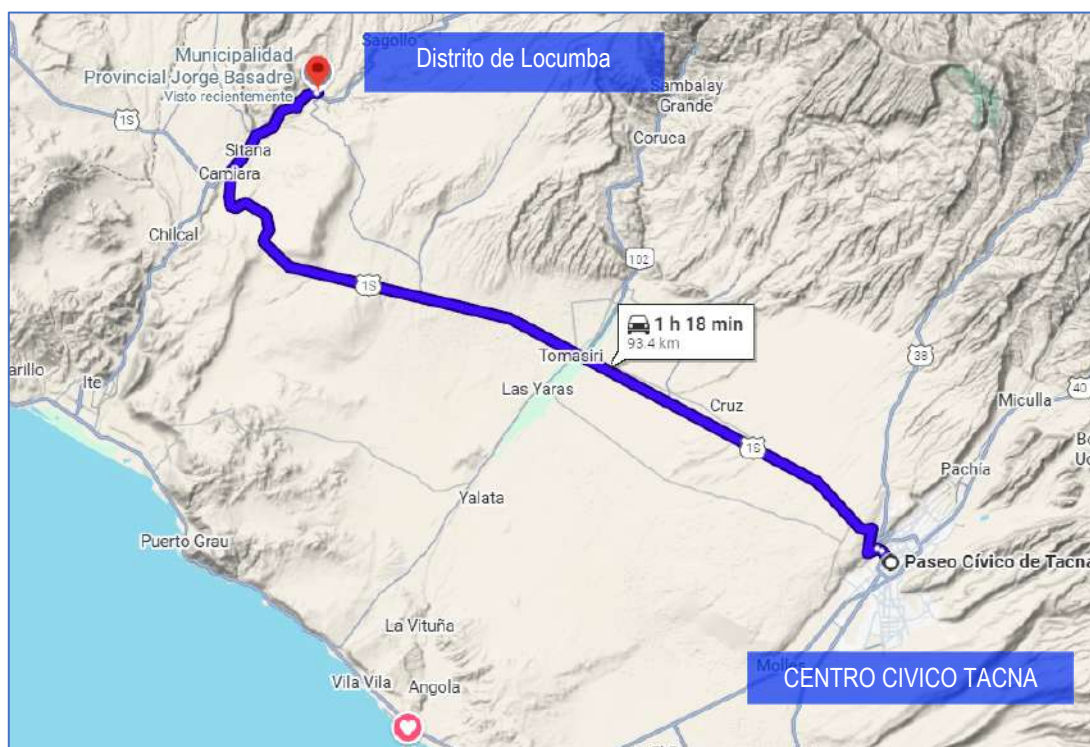


2.2 VIAS DE ACCESO

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

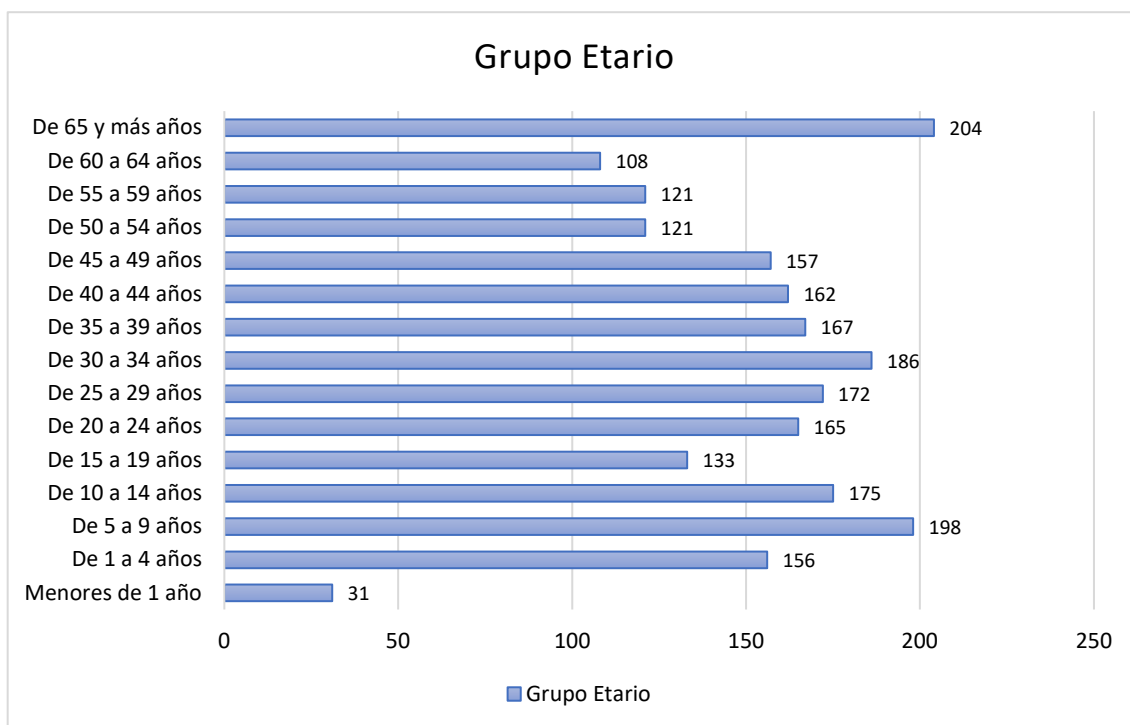
Tabla 2: Población según grupos de edades del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

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 contruidos 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 %).

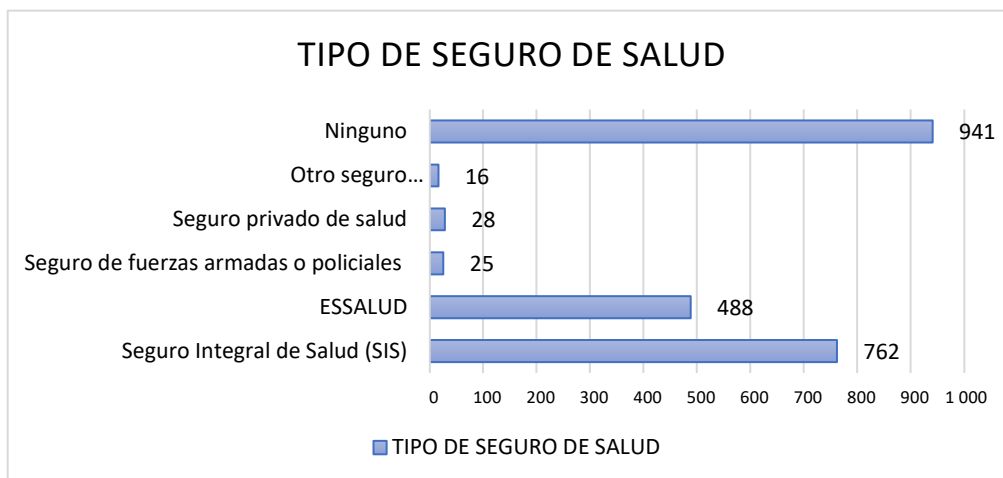
Tabla 6: Tipo de seguro de salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.

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 %).

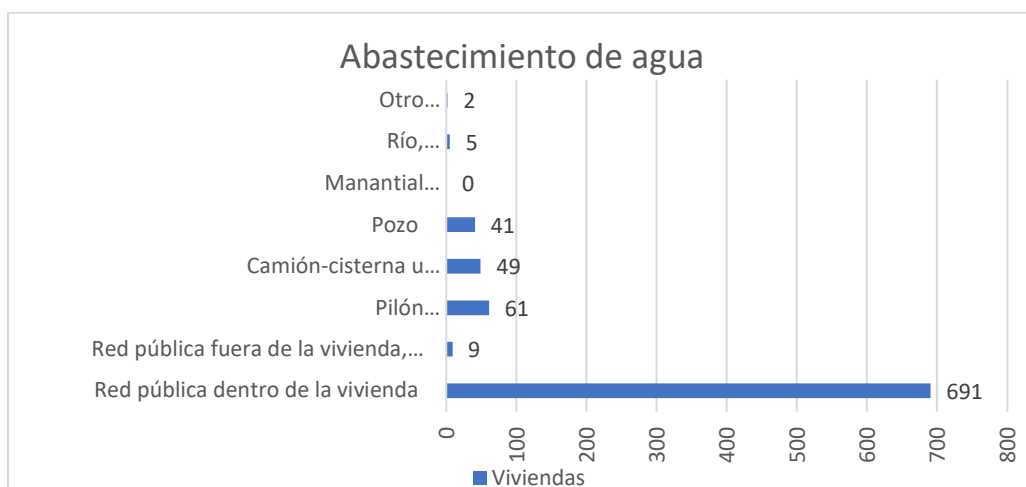
Tabla 7: Población según tipo de servicio de agua potable del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

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.

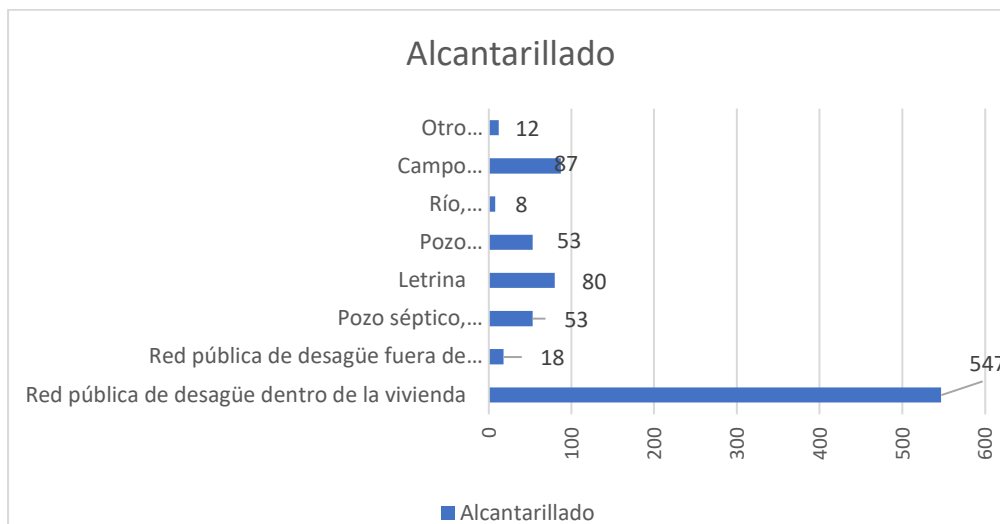
Tabla 8: Población según tipo de servicio de alcantarillado del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.

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.

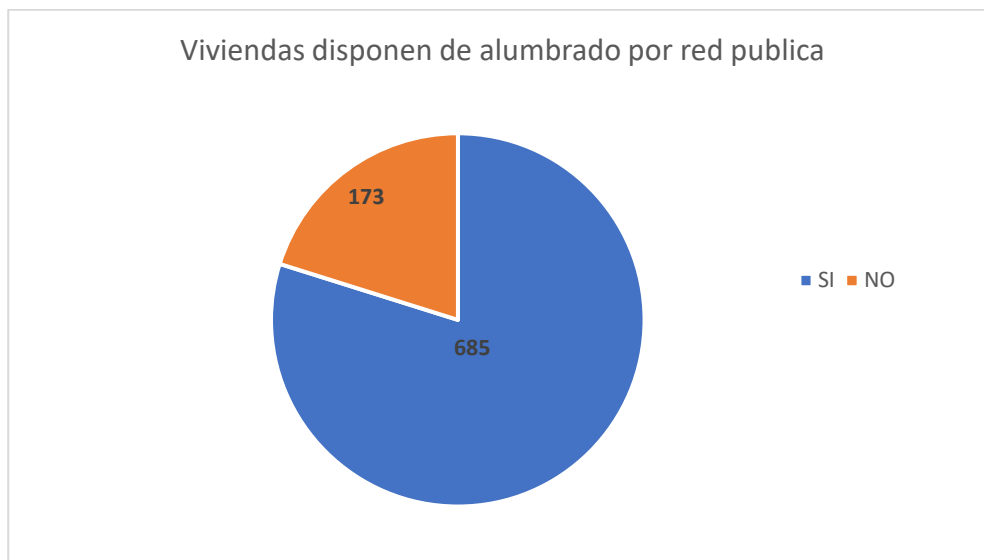
Tabla 9: Población que cuenta con alumbrado eléctrico por red pública del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.;

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.;

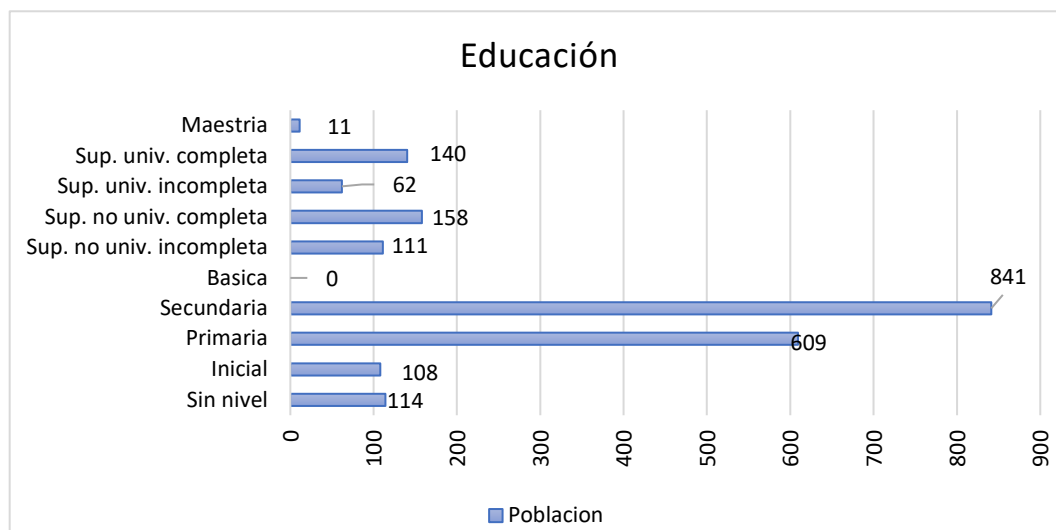
Nivel educativo alcanzado	Población	%
Sin nivel	114	5.29%
Inicial	108	5.01%
Primaria	609	28.27%
Secundaria	841	39.04%
Basica especial	0	0.00%
Sup. no univ. incompleta	111	5.15%
Sup. no univ. completa	158	7.34%



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.



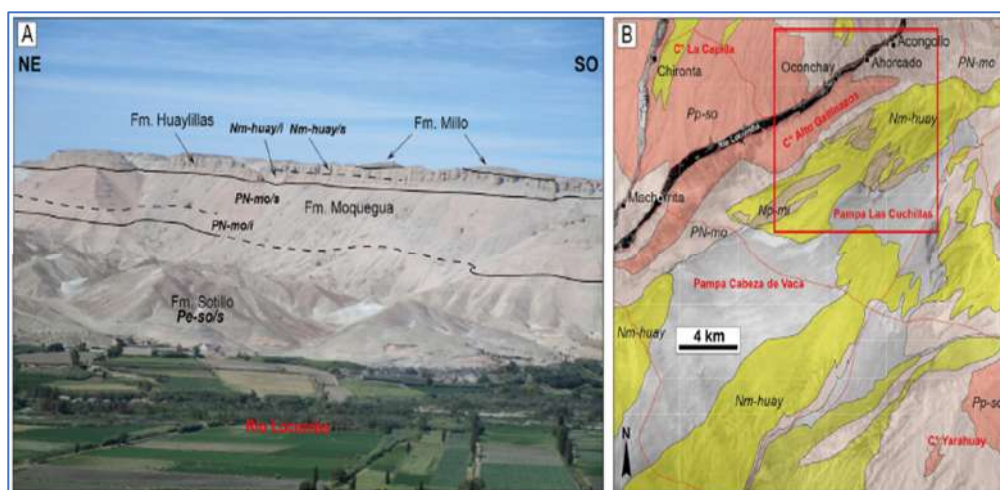
2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR

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.

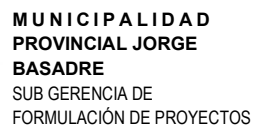
FORMACION MOQUEGUA (PN-mo)

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.

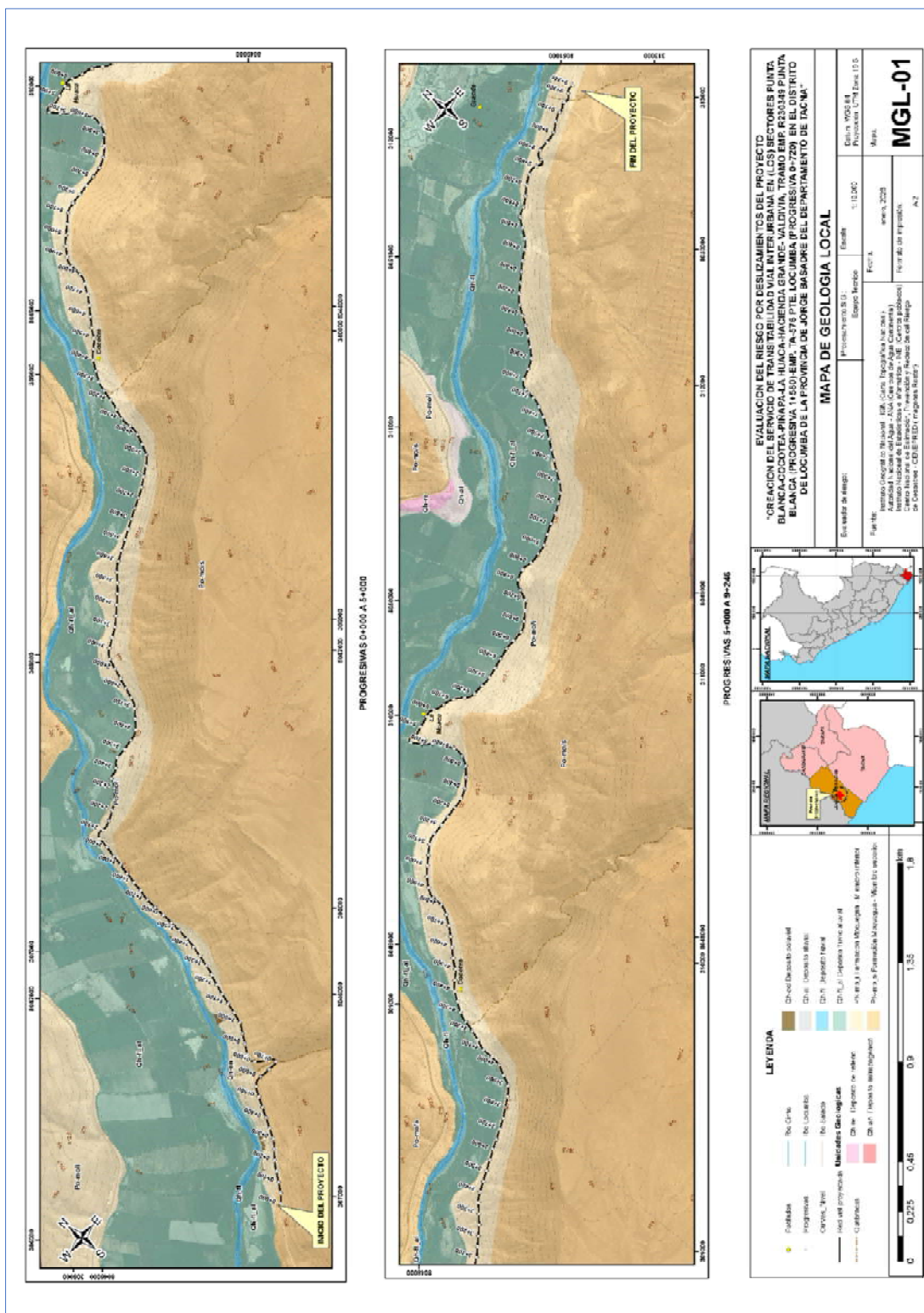
Formación Moquegua Superior (PN-mo_s)

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.

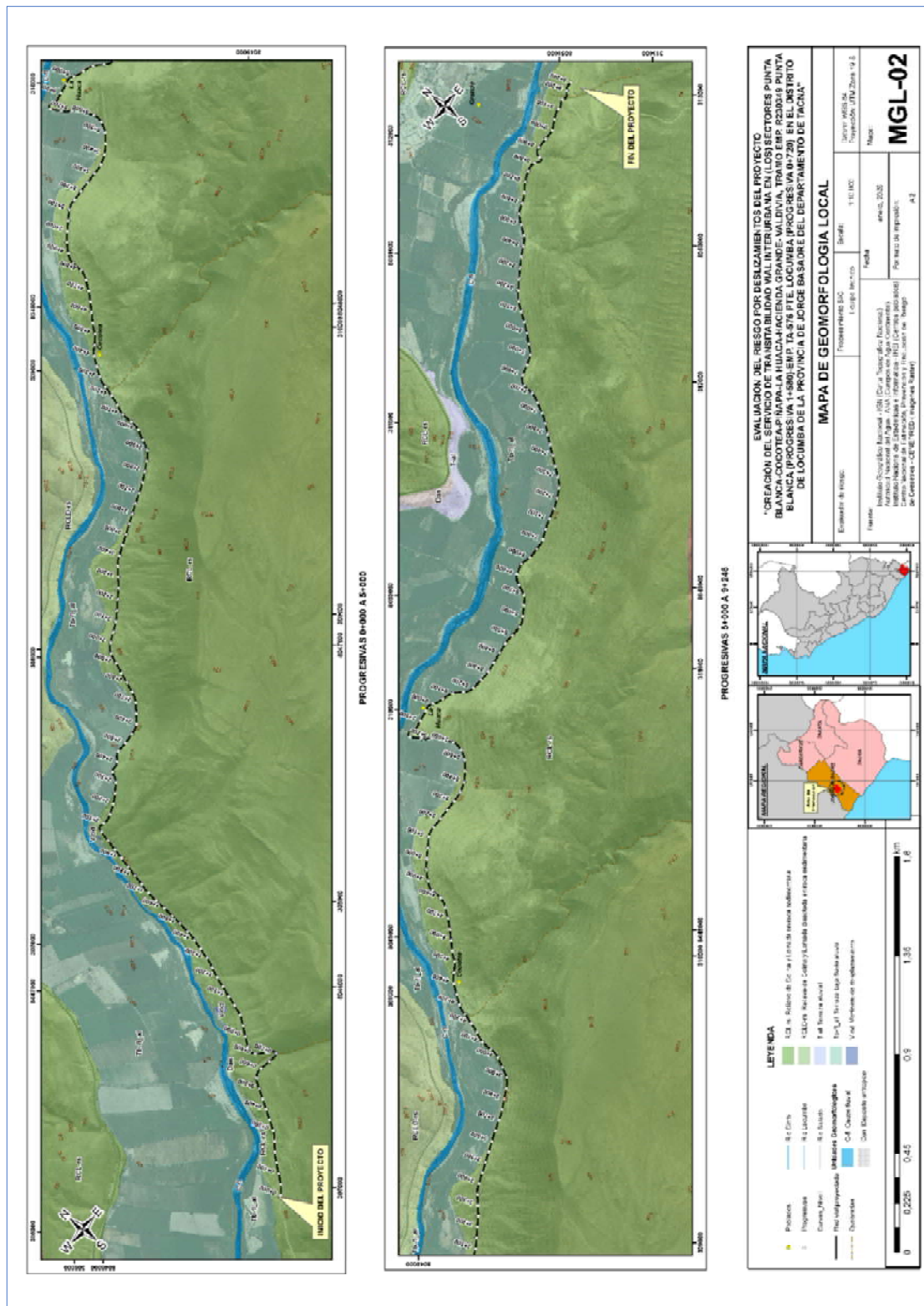
RELIEVE DE COLINA Y LOMADA EN ROCA SEDIMENTARIA (RCL-rs)

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.

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

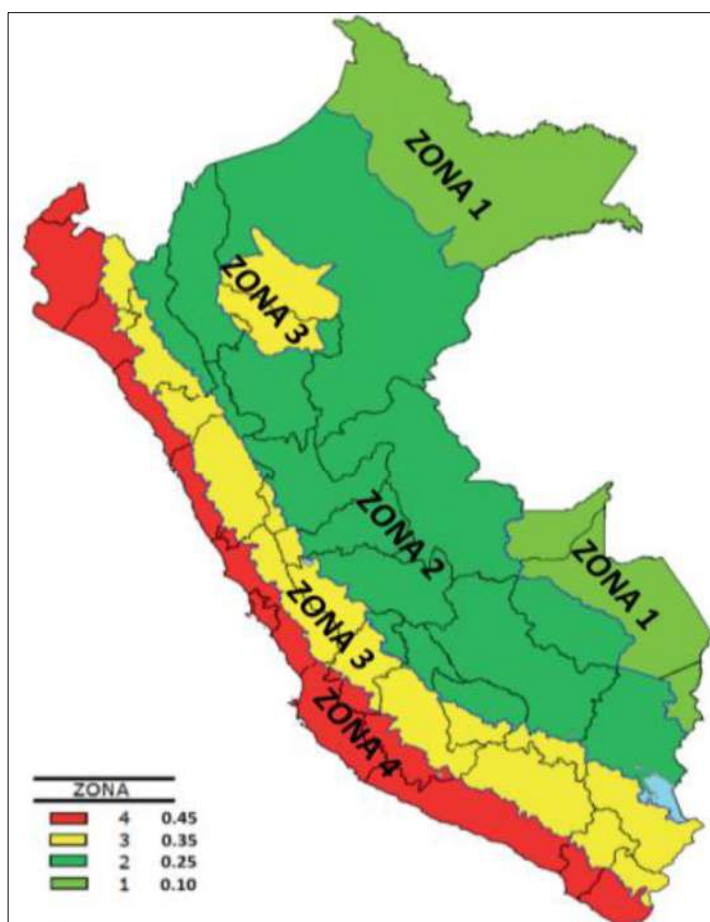
CLASIFICACION AASHTO : A1-b(0)



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

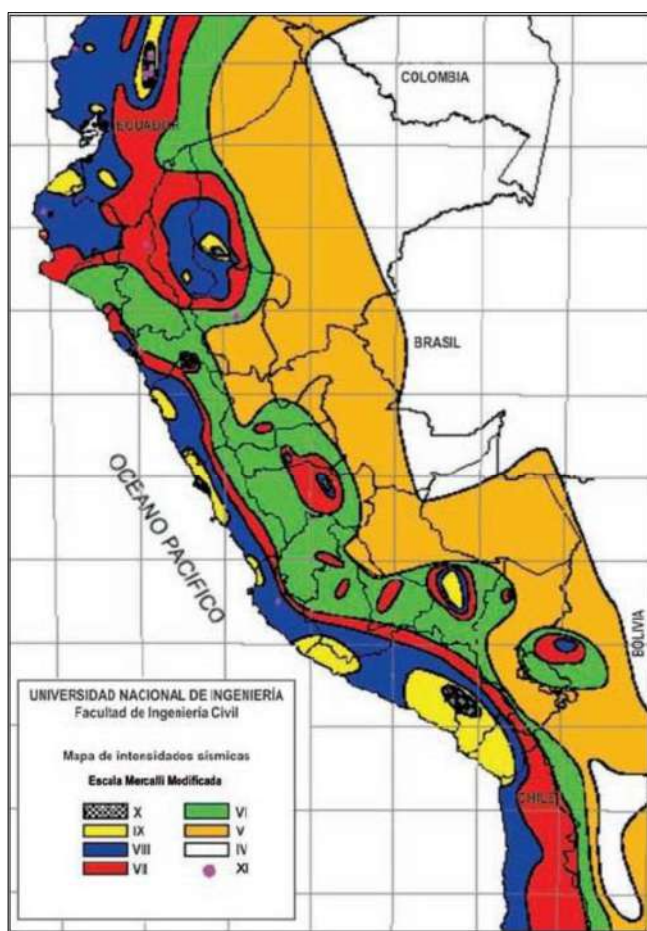


Figura 14 - Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas
Fuente: Ref. Julio Alva Hurtado

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.

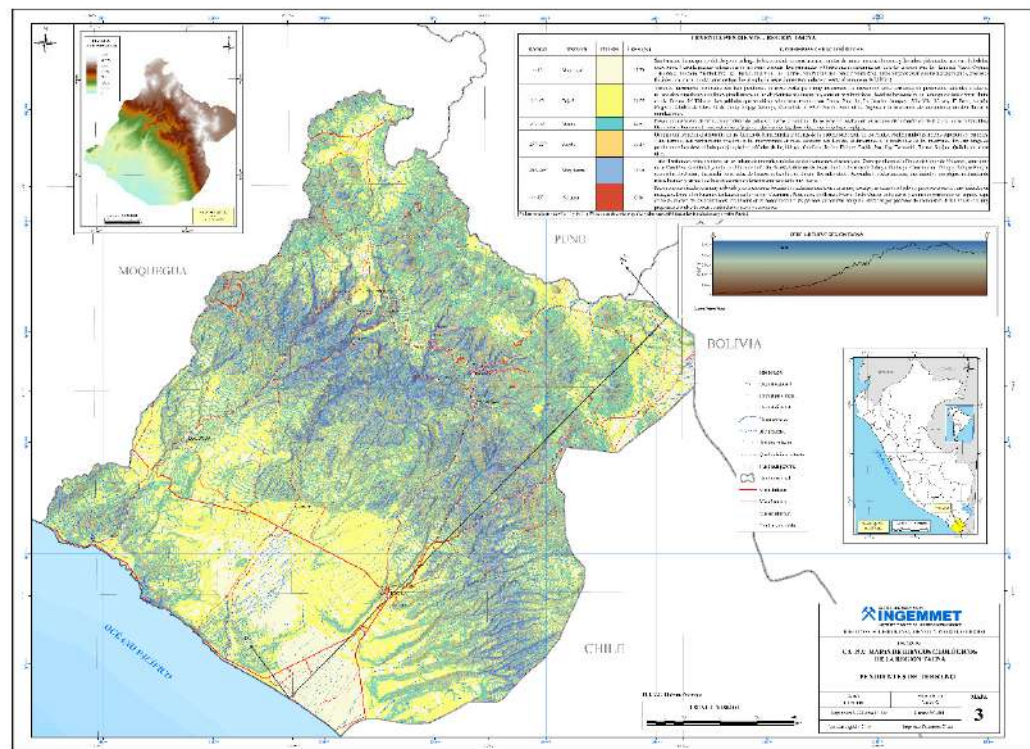
Fuerte (15° - 25°): Ocupan una reducida distribución en las laderas de las montañas y colinas de la cadena occidental de los Andes, conformando las laderas superiores y cumbres. Estos terrenos son parcialmente proclives a los movimientos en masa asociado con factores desfavorables a la estabilidad de 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.

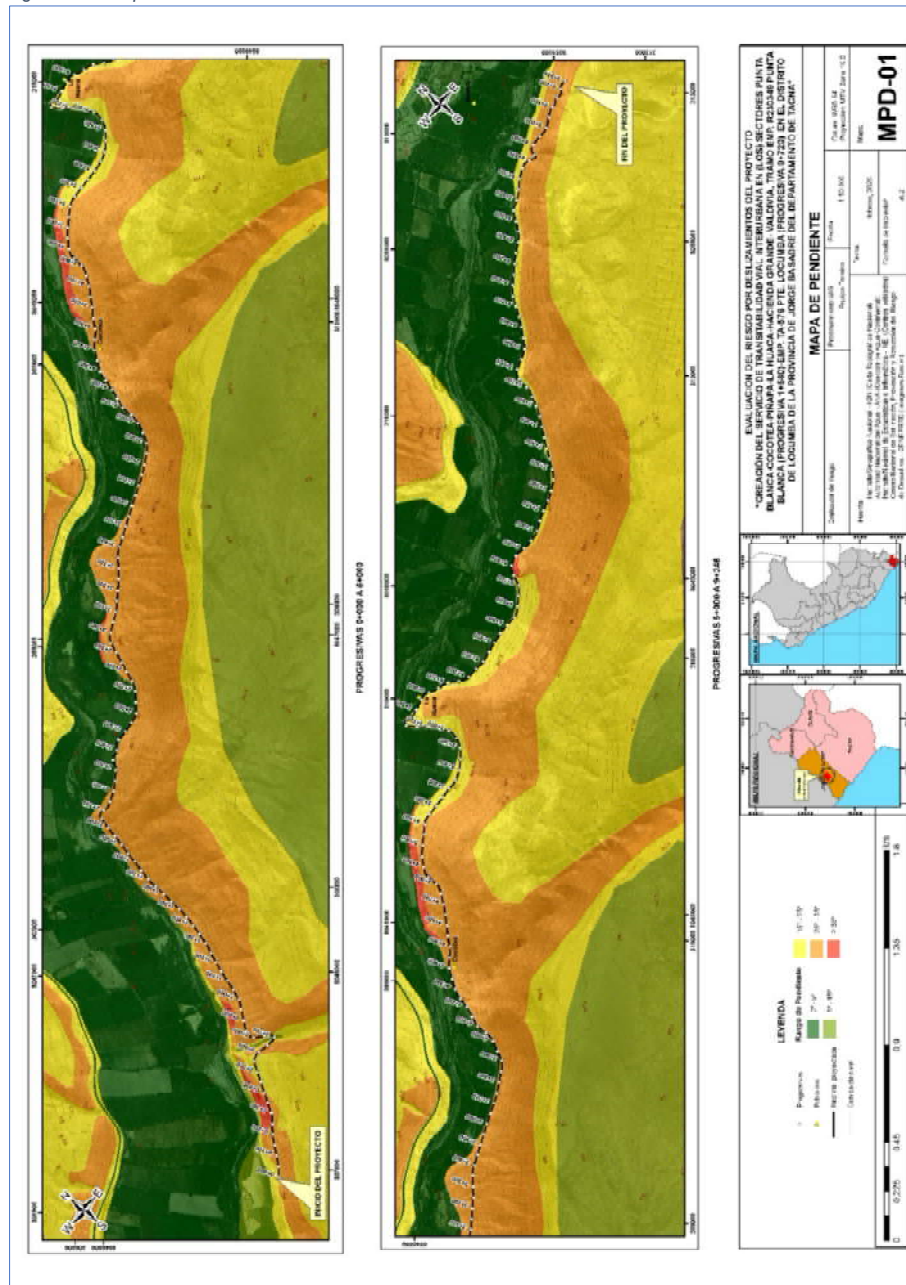
Media ($15^\circ < P \leq 25^\circ$): Pendiente moderada. El riesgo de erosión y deslizamientos comienza a ser una preocupación.



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

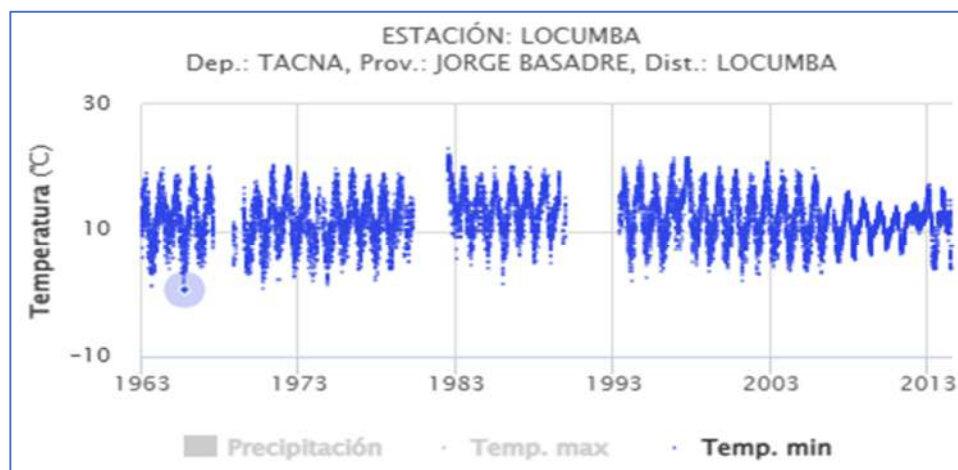
La Temperatura media mensual, presenta valores altos durante la estación del verano enero, febrero y marzo con valores de 22,9 °C, 23,1°C y 22.4°C respectivamente. Mientras que las temperaturas medias más bajas se registran durante la estación del invierno en los meses de junio, julio y agosto oscilando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

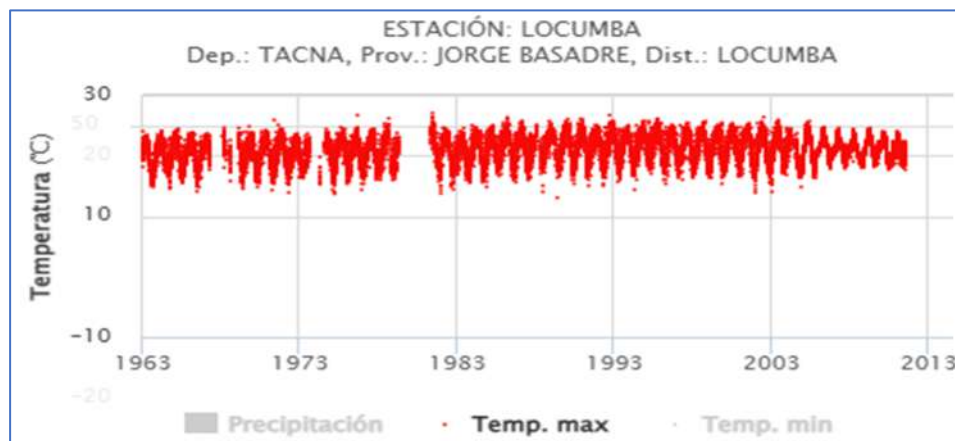
Gráfico 8 - Temperatura mínima – Estación Locumba



Fuente: Datos Meteorológicos de Senamhi



Gráfico 9 - Temperatura Máxima – Estación Locumba

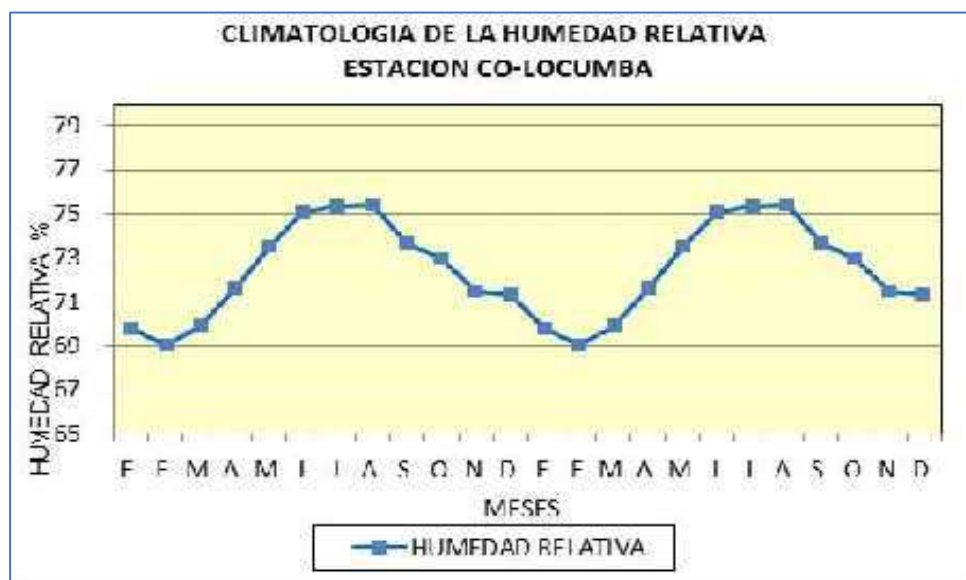


Fuente: Datos Meteorológicos de Senamhi

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.



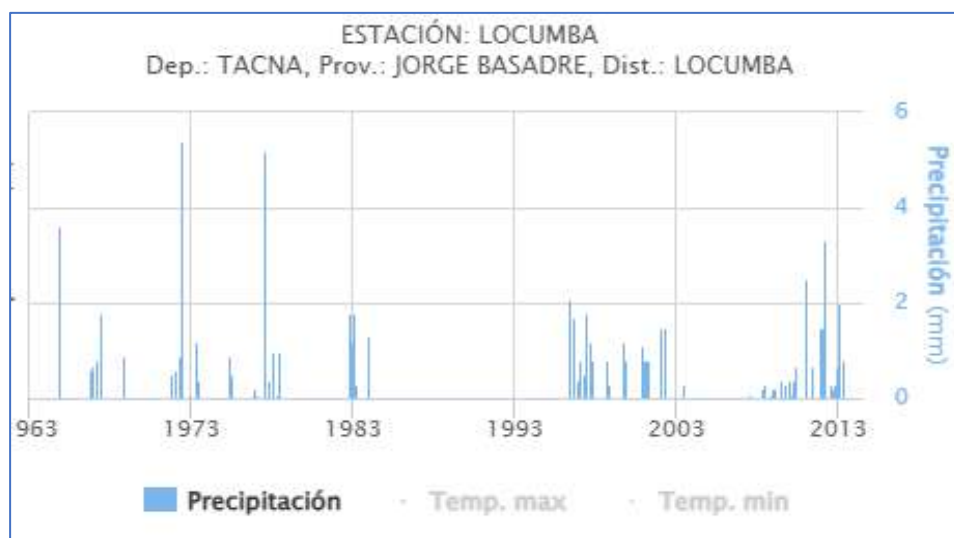
Fuente: Estudio climatología de locumba – ot; pdul



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

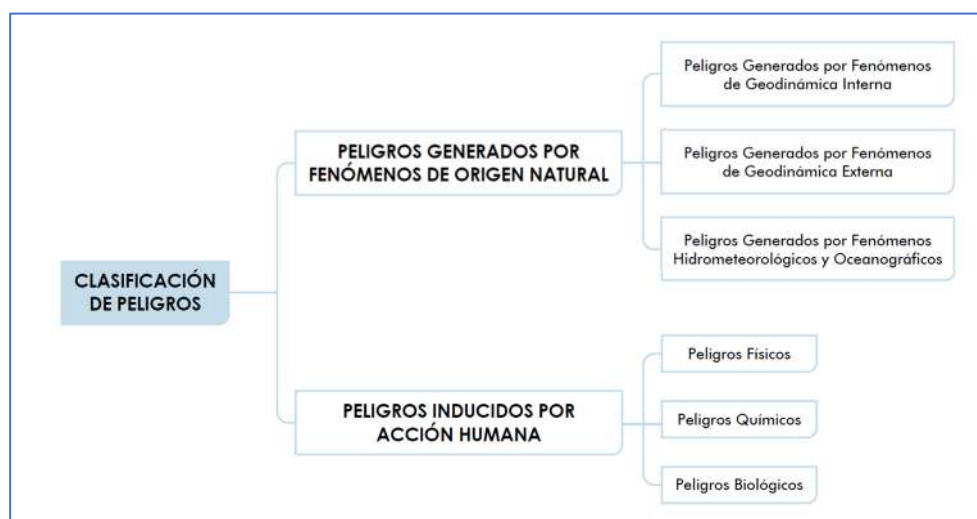
El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generales por fenómenos de origen natural y, los inducidos por la acción humana. Para el presente estudio solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural. Los fenómenos identificados se han agrupado de acuerdo a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

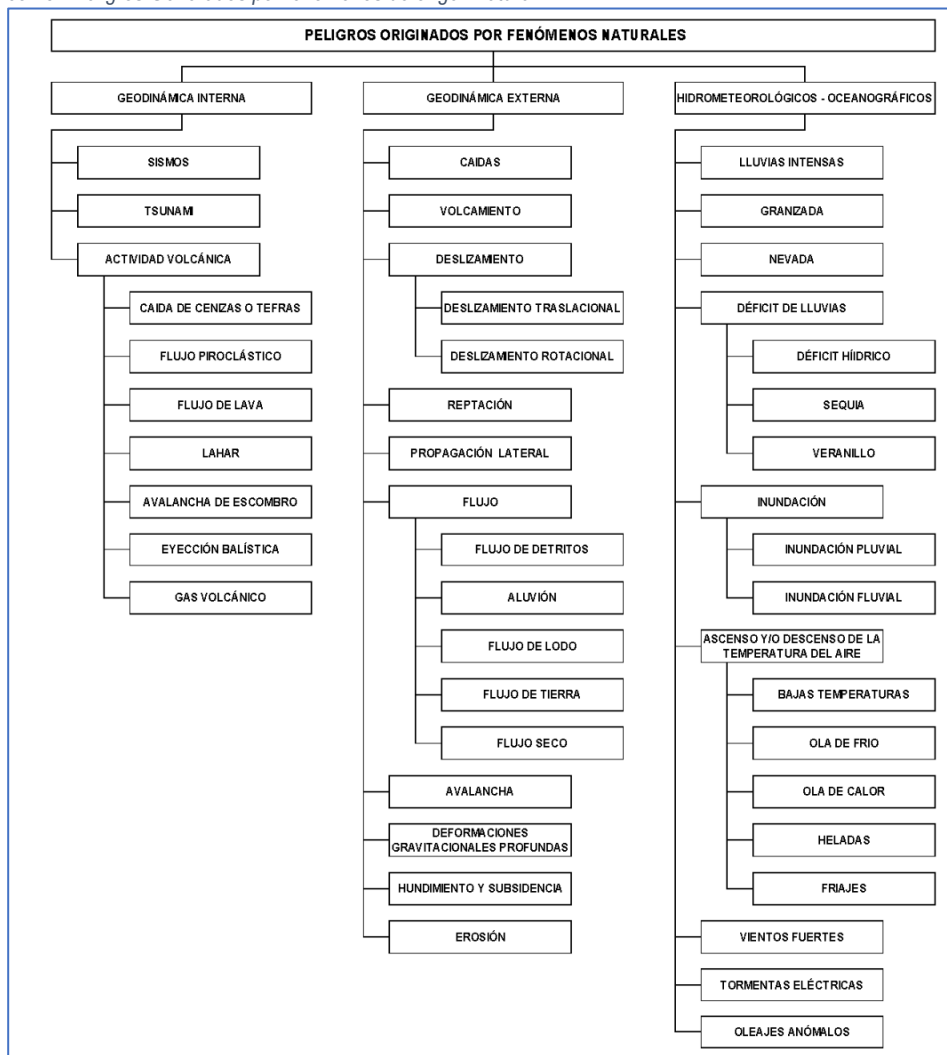
Gráfico 12 - Clasificación de los peligros;



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

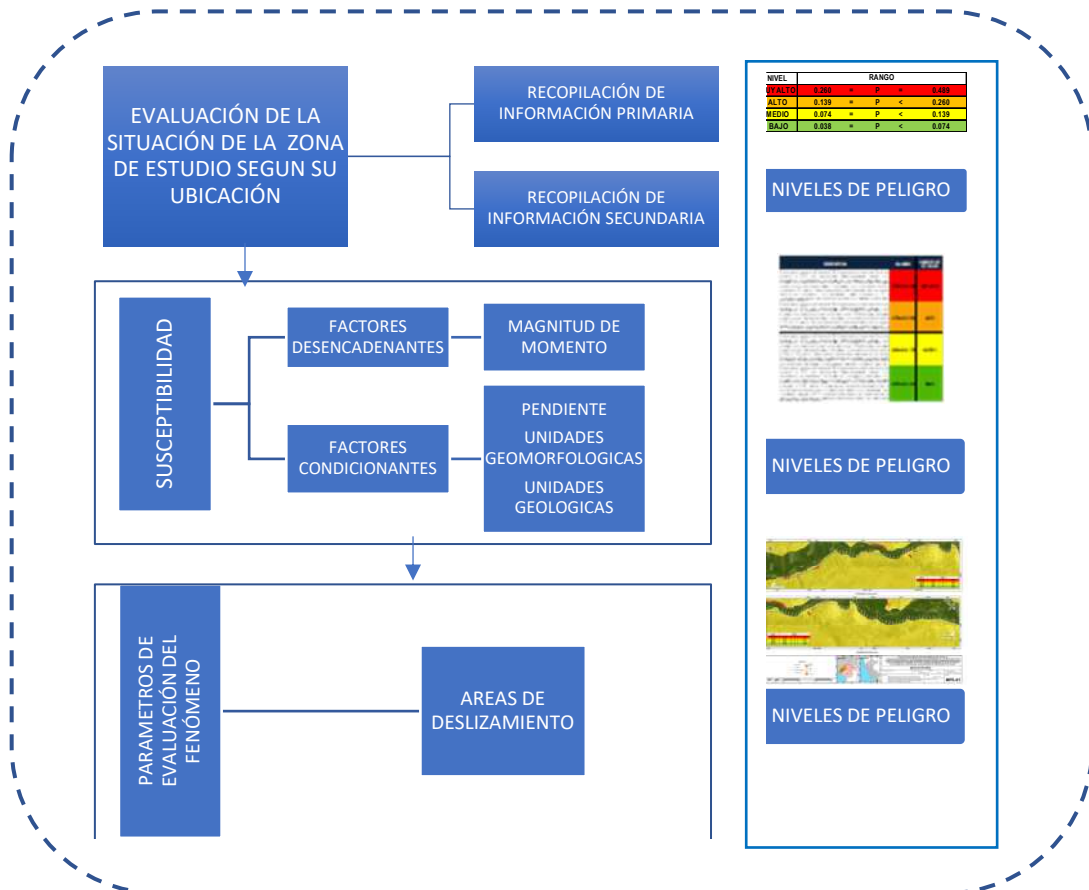
Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se han identificado diversos fenómenos en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, tanto de geodinámica interna, externa, hidrometeorológico, biológicos e inducidos por el hombre, sin embargo, se ha determinado un peligro Natural 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

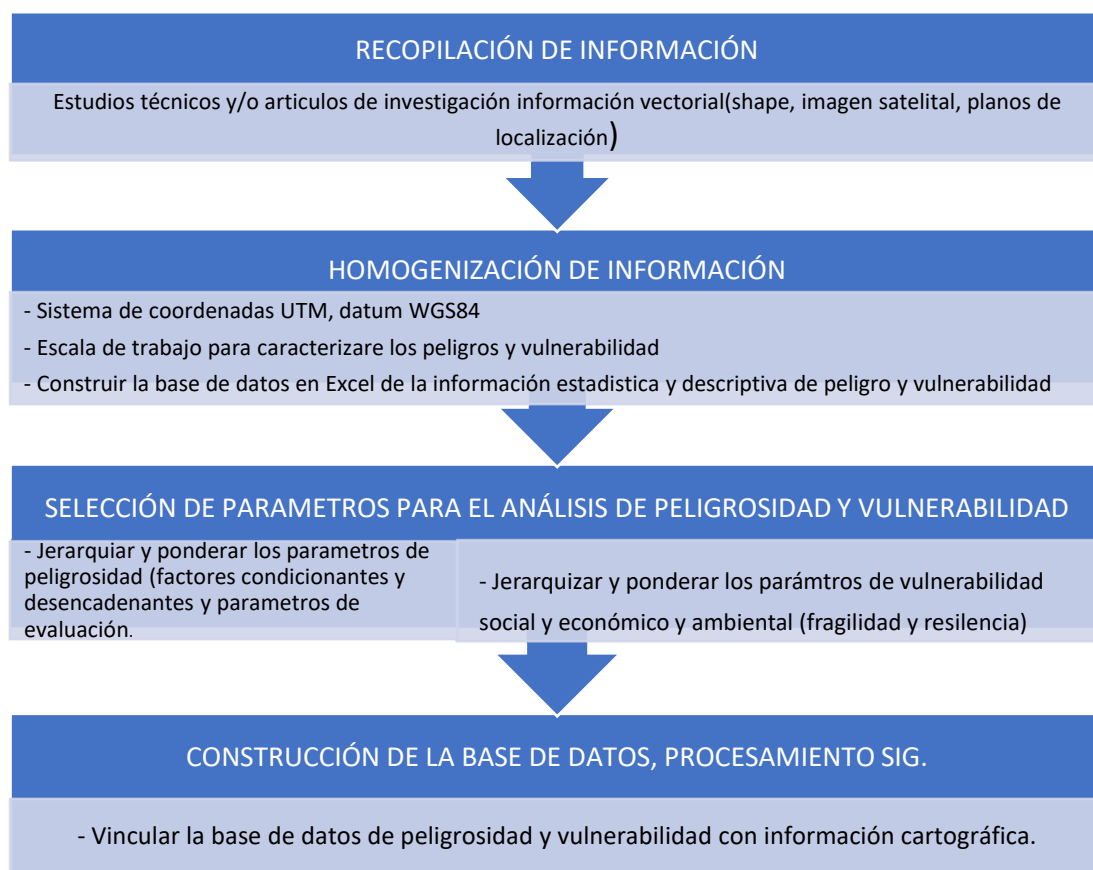
Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, INDECI y CENEPRED), información histórica, estudio de suelos, topografía, geología y geomorfología del área de influencia del fenómeno de DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL. 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



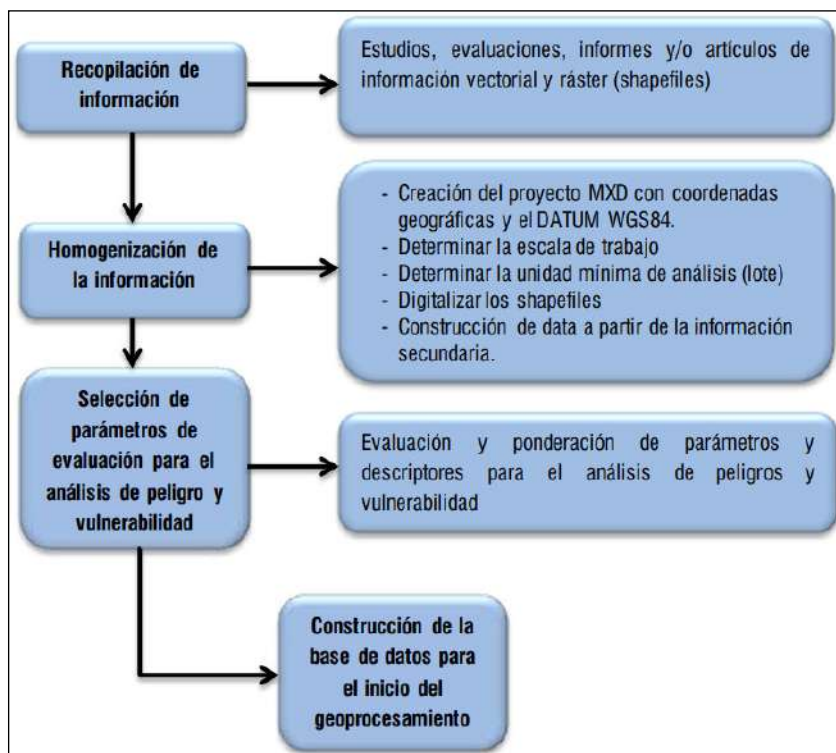
Fuente: Equipo técnico EVAR



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.