

# GUIA BASICA PARA LA IDENTIFICACION DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE TACNA FRENTE A LA OCURRENCIA DE EVENTOS HIDROMETEREOLÓGICOS

2015



PROGRAMA PRESUPUESTAL  
REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR  
DESASTRES

## I. MARCO CONCEPTUAL

La Evaluación del Riesgo de Desastres, se considera como la probabilidad de que ocurran consecuencias perjudiciales (pérdida de vidas, daños a la propiedad, pérdida de medios de subsistencia, interrupción de actividad económica y/o deterioro ambiental) como resultado de la interacción entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.

La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de ese riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas, a los bienes y servicios, medios de subsistencia y el ambiente. Una evaluación completa de los riesgos no sólo evalúa la magnitud y la probabilidad de pérdidas potenciales sino que también explica las causas y el impacto de esas pérdidas. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad.

En este contexto, para el presente documento que se ha elaborado, se ha considerado los siguientes conceptos de acuerdo a la normatividad vigente:

- ❖ **Peligro:** Es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. El análisis de la Peligrosidad incluye el estudio de las **Amenazas** (eventos físicos potencialmente dañinos) objeto de estudio, que serán función de su localización, intensidad, frecuencia, probabilidad de ocurrencia y duración. Para estudiar las amenazas es necesario calcular previamente las **Dinámicas** que generan esos eventos dañinos, pudiendo éstas ser una o varias (por ejemplo, si el evento potencialmente dañino es la inundación las dinámicas a analizar serán el nivel del mar, el viento, el oleaje, etc.).
- ❖ **Vulnerabilidad:** Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad está determinada por factores y procesos físicos, ambientales, sociales, económicos y administrativos. Por otra parte, el análisis de la Vulnerabilidad incluye:
  - **Elementos Expuestos o en riesgo:** Se define como el contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.
  - **La Sensibilidad,** definida como el grado de afección que puede generar la amenaza en los elementos expuestos, siendo una cualidad intrínseca al sistema y función de las características naturales de esos elementos y del umbral a partir del cual se produce el impacto objeto de estudio.

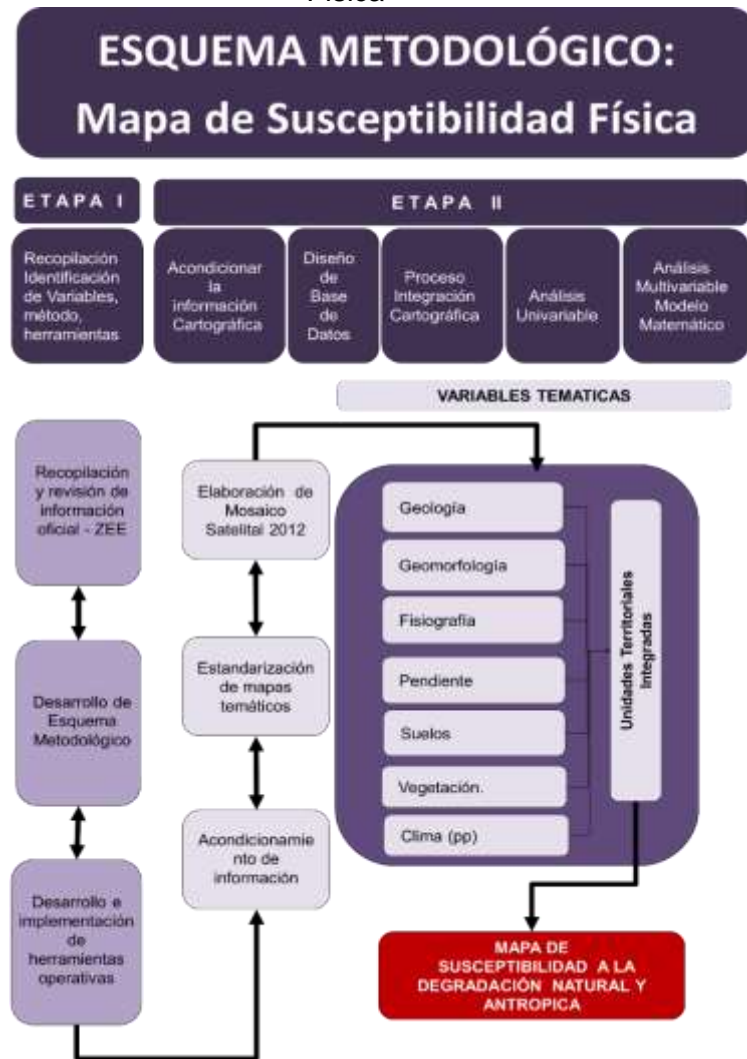
- **Resiliencia**, definida como la capacidad de un sistema expuesto a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse del impacto de una manera oportuna y eficiente, a través de la preservación y restauración de sus funciones y estructuras básicas esenciales (UN/ISDR, 2009).
- ❖ **Desastre**: Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.
- ❖ **Riesgo de Desastres**: Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.
- ❖ **Susceptibilidad Física**: Referida a la mayor o menor predisposición que un espacio geográfico sea modificado por eventos naturales.
- ❖ **Elementos Expuestos**: se define como el contexto social, material y ambiental representado por las personas, los recursos naturales, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.

## II. ASPECTOS METODOLOGICOS

Para el presente estudio se tomó como guía, los aspectos técnicos y metodológicos del Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú producida el 2011 por la DGOT del MINAM como una Herramienta para la Gestión del Riesgo, con la finalidad de generar un insumo para el Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático, que forma parte de los instrumentos sustentatorios para el ordenamiento territorial.

Para el proceso de la elaboración del mapa de susceptibilidad física se utilizó el siguiente esquema metodológico:

**Grafico N°01:** Esquema Metodológico para el Análisis de la Susceptibilidad Física



Fuente: Ministerio del Ambiente. Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú. 2012

**Etapa I.-** Corresponde a la recopilación, revisión de la información cartográfica y temática oficial, elaboración de la metodología a seguir, desarrollo e implementación de herramientas operativas: sistemas de información geográfica y herramienta de teledetección.

**Etapa II.-** Comprende al acondicionamiento de información cartográfica del mapa base y mapas temáticos, el procesamiento de las imágenes satelitales, el diseño de la base de datos, el proceso de integración cartográfica a través del análisis

REGION TACNA

univariable y multivariable, y la aplicación del modelo matemático Promedio Geométrico Ponderado.

### **Proceso de análisis y evaluación Univariable – Multivariable**

Consiste en la integración cartográfica de los mapas y la generación de la base de datos integrada. Debemos señalar que la integración cartográfica digital no es superposición de capas, es un proceso analítico y sistemático del territorio. Por este motivo es necesaria que la integración sea realizada por un equipo de especialistas interdisciplinarios para interpretar y sistematizar las diferentes variables temáticas.

Para lograr en esta etapa la elaboración del Mapa de Susceptibilidad Física de la Región Lambayeque se desarrolló un análisis Univariable y Multivariable.

#### **A. Procesos de Análisis y Evaluación Univariable**

Consiste en el análisis de la vulnerabilidad de forma individual (por mapas), determinando la contribución relativa de los factores que intervienen en el proceso de inestabilidad y susceptibilidad del territorio. Se clasifica al territorio en áreas de diferentes grados de susceptibilidad, para tener como el mapa de las unidades territoriales integradas. En este proceso ha sido clave la participación de los especialistas, quienes determinaron los diferentes valores de susceptibilidad.

Las variables temáticas analizadas, interpretadas para la integración física son: geología-litología, geoformas, fisiografía, pendiente, suelos, vegetación y clima - precipitación. Esta integración se realiza de forma vertical y es el paso crítico para la construcción de la matriz temática y la determinación de los criterios de valoración para cada variable temática, por ello se debe seguir una secuencia:

- Primer nivel se interpreta las Unidades geomorfológicas y sobre esta se integra los datos litológicos, de tal forma que exista coherencia geométrica entre los mapas.
- En segundo nivel de integración, se prosigue con la interpretación e integración de las características del tema suelo, pendiente y fisiografía configurando a este nivel las características físicas del territorio.
- En tercer nivel de la misma forma con la interpretación e integración de los mapas temáticos de vegetación y clima, construyendo de esta forma la matriz integrada físico-biológica.

El resultado del análisis univariable nos lleva a determinar el comportamiento de cada una de las “clases” del mapa (variable), ante los impactos de agentes erosivos naturales y antrópicos; tomando en cuenta la resistencia y respuesta intrínseca de cada clase o unidad analizada.

La técnica usada para la valoración de las clases, consiste en la descripción, análisis y valoración de cada una de las clases de las variables en talleres de especialistas, quienes en función del

conocimiento de las diferentes zonas del territorio, trabajo de campo y experiencia en la ocurrencia de los procesos naturales y evaluaciones temáticas, proceden a calificar y valorar cada variable temática.

El resultado final de esta evaluación nos permite calificar cualitativamente cada una de las variables en función a sus características naturales.

Los criterios de valoración utilizados con respecto a cada temático se observa en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°01**

**VALORACION DE LAS VARIABLES TEMATICAS QUE INCIDEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD FISICA DEL TERRITORIO**

VARIABLE TEMATICAS	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b><u>Geología-Litología</u></b> , se analizó desde sus características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es el grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo, se analizó el factor estructural de estabilidad, el cual se calificó de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.	Bajo	Rucas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas.
	Medio	Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos. Secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad.
	Alto	Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos sub-redondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas.
	Muy Alto	Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas.
<b><u>Geomorfológico</u></b> , se analizó desde sus características del relieve relacionado con sus pendientes y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y por acción de los agentes como la escorrentía superficial, erosión hídrica o eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente.	Bajo	Se describen como a las terrazas medias a altas con drenaje bueno a moderado.
	Medio	Se describen las terrazas medias a altas, lomadas y colinas con disección moderada y drenaje imperfecto a pobre.
	Alto	Se describen colinas altas y montañas con moderada a fuerte disección y con laderas empinadas a moderadamente empinadas.
	Muy Alto	Se describen terrazas bajas y valles con drenaje moderado a muy pobre, montañas con laderas extremadamente empinadas.
<b><u>Pendiente</u></b> , se analizó desde la perspectiva de erosión del suelo. Cuanto mayor es la pendiente mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo.	Bajo	Pendiente de 0 - 15% erodabilidad baja.
	Medio	Pendiente de 15 - 25% erodabilidad moderada.
	Alto	Pendiente de 25 - 50% erodabilidad alta.
	Muy Alto	Pendiente de 50 - a más %, erodabilidad muy alta.
<b><u>Clima</u></b> (precipitación), se analizó desde sus características de	Bajo	Baja capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.

REGION TACNA

precipitación. La energía cinética de la lluvia, está estrechamente vinculada con la capacidad e la lluvia para causar erosión, la energía cinética varía con la intensidad de precipitación.	Medio	Media capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
	Alto	Altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
	Muy Alto	Muy altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
<b><u>Vegetación</u></b> , se analizó desde sus características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo.	Bajo	Densidad alta, recubrimiento denso del suelo, el nivel de protección frente a los agentes externos es bueno.
	Medio	Densidad media, la menor cobertura vegetal, disminuye el nivel de protección del suelo.
	Alto	Densidad baja, recubrimiento discontinuo, el nivel de protección natural del suelo es menor.
	Muy Alto	Densidad muy baja, recubrimiento ralo a muy ralo del suelo, el nivel de protección es bajo.
<b><u>Fisiografía</u></b> , Se analiza el aspecto externo de la superficie de un escenario geográfico, tal como se encuentran en su condición natural.	Bajo	Planicies aluviales a Terrazas medias tienen un comportamiento muy estable y difícilmente erosivas, son zonas de baja susceptibilidad a la degradación natural.
	Medio	Glacis y piedemontes, tienen un comportamiento medianamente estable y poco erosivo, constituyendo zonas de mediana susceptibilidad a la degradación natural.
	Alto	Cauces, playas, dunas, derrubios, cono aluviales, terrazas se comportan de manera poco estable y fácilmente erosiva, constituyendo estas zonas de alta susceptibilidad a la degradación natural.
	Muy Alto	Colinas Bajas, Laderas de colinas y montañas, litoral marino, tienen el comportamiento muy inestable y fuertemente erosiva, con muy alta susceptibilidad a la degradación natural.
<b><u>Suelos</u></b> , las unidades taxonómicas agrupa a los suelos que tienen similitud en la clase, disposición, grado de expresión de sus horizontes contenido de bases, regímenes de temperatura y de humedad.	Bajo	Son suelos profundos, con una constitución granulométrica (textura) adecuada: francos a franco arcillo arenosos, resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos), de buena profundidad (más de 70 cm). Suelos de genéticamente desarrollados.
	Medio	Son suelos moderadamente profundos, con una constitución granulométrica (textura) moderadamente gruesa: francos arenosos, resistencia mediana a la degradación física natural (erosión de suelos). Su constitución química es inestable debido a la presencia de sales muy solubles al agua. Con incipiente desarrollo genético.
	Alto	Son suelos moderadamente profundos, con una constitución granulométrica (textura) gruesa: arenosos, estratificados, con baja resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos). Su

		constitución química es inestable: presencia de sales muy solubles al agua. Sin desarrollo genético.
	Muy Alto	Son suelos superficiales a muy superficiales, con una constitución granulométrica (textura) muy gruesa: arenosos, arena gruesa, con muy baja resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos). Sin desarrollo genético. Así mismo, conformación de estas unidades no edáficas (no suelos o áreas misceláneas), se encuentra constituido por material muy grueso o están sometidos permanentemente a fuertes procesos de erosión eólica o hídrica.

Fuente: DGOT – MINAM (2014).

## B. Procesos de Análisis y Evaluación Multivariable

Consiste en el análisis integrado de las variables físicas y biológicas con la finalidad de obtener el Índice de la susceptibilidad. Para caracterizar, diferenciar y distinguir la serie de datos obtenidos se utilizó el modelo matemático de posición central Media Geométrica. Este modelo matemático fue ponderado en función a los pesos correspondientes de las variables cuyo comportamiento son condicionantes. La Media Geométrica simple, se convirtió en Media Geométrica Ponderada.

El análisis multivariable determinará en qué grado y con qué peso contribuyen cada una de las variables en el resultado final. Este procedimiento es muy importante, debido a que se determina, la distribución espacial de los niveles de susceptibilidad física del territorio.

Con la aplicación del modelo matemático (promedio geométrico ponderado), se analizó los valores asignados para cada variable, para encontrar el valor más representativo de una terna de 7 valores.

El análisis multivariable además de medir el grado y peso en que cada variable influye en el modelo final de susceptibilidad física del Departamento de Lambayeque. Nos permite contar con el diseño de una Base de Datos Integrada cartográfica y tabular.

Esta información integrada nos permitirá analizar los datos para responder preguntas sobre las áreas más sensibles a las condiciones extremas de las precipitaciones, a los procesos actuales de orden físico, así como interrelacionarlos con la población y elementos vitales para conocer donde se manifiestan las vulnerabilidades y determinar sectores críticos; así como a evaluar las condiciones físico naturales y su relación con las actividades económicas de la zona.



**Grafico N°02**

**FÓRMULA MATEMÁTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA**

CARTOGRAFIA	MAPA (variable)	PONDERACION
	Geología (GE)	20
	Geomorfología (Ge)	20
	Fisiografía (FI)	10
	Pendiente (Pe)	20
	Suelos (Su)	10
	Vegetación (Ve)	10
	Clima (Pp)	10

$$Sus = \sqrt[10]{(GE)^2 * (Ge)^2 * (Pe)^2 * (FI) * (Su) * (Ve) * (Pp)}$$

Fuente: DGOT – MINAM (2014).

El resultado del análisis univariable y multivariable, nos determina el comportamiento natural de las cualidades intrínsecas constituyentes de cada información. Se evaluó los factores externos que afectan la estabilidad de las tierras, para obtener como resultado áreas con propensión o tendencia a ser afectada o modificadas físicamente.

Para identificar las categorías de susceptibilidad física sobre el territorio, se evaluó de forma conjunta las variables, para determinar la importancia de cada factor o la combinación específica de factores.

La Susceptibilidad Física de las Tierras está determinada por el grado de resistencia de los espacios geográficos a los procesos naturales presentes en forma de eventos o de procesos naturales a través del

tiempo, incrementada por acción de los componentes climáticos como las precipitaciones en sus diferentes formas y magnitud.

### **III. CARACTERISTICAS FISICAS**

#### **Litología**

Consideramos que la evaluación de la geología a partir de las unidades litológicas, como variable determinante, la cual puede representar las limitaciones o favorecer para el desarrollo físico del relieve, la adaptación de la vegetación, la resistencia ante agentes externos e incluso a la actividad humana; es decir, la litología, tiene que ver con las características de las condiciones del material, con la dureza de las rocas; esto repercuten en las diferentes formas y características del relieve que a su vez condicionan la ocurrencia de distintos procesos geodinámicos.

Tomaremos como base la descripción litológica del INGEMMET para la evaluación de la variable litológica con fines de susceptibilidad física. Ese sentido, en la región Tacna se han diferenciado unidades litológicas, respecto a las características litológicas según su origen y composición, tomando como base el Mapa Geológico a escala 1/100000 de la Carta Geológica Nacional, actualizado al año 2000. Finalmente, se analizaron las características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, su comportamiento y grado de resistencia física de la roca ante los agentes erosivos, tectónicos y ante procesos de desestabilización. Figuras N° 02 y 03.

#### **Unidad I: Depósitos inconsolidados**

Comprende a los materiales inconsolidados, producto de la meteorización y erosión de los terrenos preexistentes y su posterior depositación, presentando siempre una morfología generalmente plana a plano-ondulada.

- a. Depósitos fluvioglaciares y depósitos glaciares

REGION TACNA

Los depósitos fluvioglaciares están constituidos por materiales algo estratificados, constituidos por gravas y arenas, de granulometría heterométrica, mediana a bien consolidada, de permeabilidad media.

Los depósitos glaciares lo conforman bloques, gravas y fragmentos de origen volcánico englobados en una matriz limo-arenosa, anisotrópicos, baja permeabilidad, compactos a medianamente compactos, generalmente estables; en algunos sectores se hallan lentes de sedimentos fluvioglaciares. Se exponen a grandes altitudes, ocupando laderas de cerros, nevados y volcanes así como en pampas o altiplanicies.

b. Depósitos piroclásticos

Formados principalmente por capas de lapilli de color amarillo y blanquecino, que contienen pequeños fragmentos de pómez, lavas y algunas escorias y bombas, cementados por cenizas por parte arenosa y poco consolidada. Alternando se hallan otras capas más delgadas de arena gruesa gris oscuras, que parecen haber sido acarreados por el agua. Se hallan principalmente a inmediaciones de los aparatos volcánicos, destacando entre ellos las tefras depositados de la actividad holocénica de los volcanes Yucamane y Tutupaca

c. Depósitos aluviales y fluviales

Comprende generalmente boleos, cantos, gravas subredondeadas y conglomerados poco consolidados de potencia variable, englobados en una matriz areno limosa y areno-arcillosa, de granulometría variable, medianamente a bien consolidada, de permeabilidad media a lata, se tiene la presencia de lentes areno-limosa, limos y tufos redepositados. Se presentan con pendientes naturales menores al 10%, generalmente estables, pueden tener problemas con sismos, inundaciones, y afloramientos de la napa freática.

Los depósitos fluviales están formados por boleos, cantos, gravas sub redondeadas, en una matriz arenosa algo limosa, de granulometría variable, inconsolidados poco consolidada, de permeabilidad alta, con lentes arenosos y areno-limosos; estos depósitos se circunscriben al lecho de los ríos.

d. Depósitos coluvio aluviales y coluviales

Los depósitos coluvio aluviales se localizan principalmente en los conos deyeativos de las quebradas periódicas y excepcionales, formados por boleos, cantos y gravas angulosas a subangulosas, en una matriz areno-limosa o areno-arcillosa, de granulometría heterométrica, mediana a bien consolidada, permeabilidad media, siendo producto de la acumulación de materiales de los

huaycos, flujos de barro, lahars y aluviones. Los depósitos coluviales son muy pequeños y no tienen mayor significado geológico en el área de estudio, están constituidos por fragmentos angulosos y bloques hasta más de 2m. de sección, se acumulan sin ningún orden, presentándose a manera de escombros. Estos depósitos son susceptibles a deslizamientos y derrumbes.

e. Depósitos eólicos

Tienen una amplia distribución, principalmente en la pampa costanera, aunque de poca potencia, forman pequeñas dunas, médanos y mantos de arena. Están compuestos por arenas y cenizas de grano fino a medio, sueltas y de alta permeabilidad. Se observan en la pampa La Yarada, cubriendo a superficies colinosas próximas a la costa. En los depósitos eólicos se tienen movimientos complejos que pueden ser caída de detritos y derrumbes

f. Depósitos marinos

Están constituidos por acumulaciones aisladas de restos de conchas y estratos de conglomerados arenosos en matriz calcárea, arenas sueltas o poco consolidadas; contienen algunas intercalaciones de areniscas amarillentas, tufos y cenizas retrabajadas. En la mayoría de los casos, estos depósitos son estables a las condiciones geodinámicas, excepto cuando existe algún agente inestabilizante como el agua y los movimientos sísmicos.

g. Depósitos antropogénicos

Consisten en depósitos formados por acción del hombre, tales depósitos provienen de actividades mineras a gran escala y también pequeña minería, denominándoseles como depósitos antropogénicos o antrópicos.

Escombreras

Comprende depósito de fragmentos gruesos en montones que proceden de rocas estériles en la explotación minera a cielo abierto; se incluyen también los pequeños botaderos o canchales derivados de la minería subterránea. Los materiales estériles que forman estas escombreras son de litologías distintas y granulometrías variables, predominan en forma de fragmentos gruesos con distribución espacial distinta dentro de los depósitos.

Se tienen las escombreras de Toquepala, las mismas que originan problemas físicos en cuanto a su estabilidad y químicos por el contenido de metales tóxicos, nutrientes, salinidad, etc., generalmente acarreados por el viento. Estos depósitos son susceptibles a colapsar ya sea por licuefacción en el caso de relaves o por

falla en el caso de las escombreras ante una incentivación sísmica de gran intensidad.

#### Unidad Rocas plutónicas

Las rocas plutónicas presentes en la región Tacna pertenecen al Complejo Basal de la Costa y a segmentos del Batolito de la Costa identificados como las unidades Linga-Yarabamba, los cuales están constituidos por granitos, monzogranitos, dioritas, tonalitas.

Presentan en morfología suave y colinosa cuando se extienden paralelos a la línea de la costa de sureste a noroeste, y una morfología de montaña, con pendientes abruptas y escarpadas, relieve irregular típico de la zona cordillerana del flanco andino occidental en el interior de la franja.

Los sistemas de fracturamiento se entrecruzan, el patrón de drenaje es recta angular, dendrítico y subparalelo de acuerdo al tipo de roca.

##### a. Granodiorita-monzodiorita-tonalita-granito

Los afloramientos pertenecientes al Batolito de Linga-Yarabamba en el área de Pachía, está constituidos principalmente por monzodiorita rosáceos de grano grueso y en partes por granodioritas, conforma relieves moderadamente disectados, muy fracturados, de morfología moderada.

##### b. Granodiorita-granito-diorita-tonalita

Está representada por las supernidades Linga-Yarabamba perteneciente al Batolito de la Costa. Está constituida principalmente por granodioritas grises de grano medio, porfiríticas con cristales de plagioclasa y horblenda, dioritas grises, poseen relieve moderado a escarpado, disectado.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, cambios de temperatura y presencia de agua, son susceptibles a determinados fenómenos geodinámicos, como los desprendimientos de roca y derrumbes tienen comportamiento de colapso tipo caída libre.

Para las rocas plutónicas como granito el rango aproximado de la resistencia a la compresión es de 100-200Mpa, mientras que para las rocas ultrabásicas la resistencia a la compresión puede estar por debajo de estos valores.

#### Unidad III: Rocas volcánicas

Esta unidad está claramente diferenciada en dos grupos de rocas: de naturaleza volcánica tipo lava y de naturaleza piroclástica; entre las primeras tenemos riolitas,

dacitas, andesitas, latitas, traquitas y vitrófiros en general; mientras que en el segundo grupo tenemos tobas e ignimbritas riolíticas y brechas monomíticas. Se ha subdividido en 2 subunidades:

a. Tobas y brecha (III1)

Constituida por tobas líticas brechosas con piroclastos, tobas riolíticas y riodacíticas, tobas soldadas y no soldadas microconglomerádicas, ignimbritas, riodacíticas, tobas y pómez en matriz de ceniza, brechas con bloques del mismo material, formando bancos gruesos, compactos, con fracturación irregular, y bloques de gran tamaño que se desprenden y depositan al pie del talud, su fracturamiento favorece la erosión, formando zanjas profundas, con bordes prominentes

La textura y consistencia de estas rocas varía desde el tufo de grano grueso, poroso, relativamente blanco friable, hasta la facies de tufo compacto y macizo que tiene la apariencia de derrames, son susceptibles a fenómenos de geodinámica externa. Representan a este grupo tenemos las formaciones Huaylillas y Sencca.

Los valores de resistencia a la compresión se encuentran entre 50 a más de 200 Mpa para las brechas volcánicas; un ejemplo de esto tenemos en las rocas del tajo del yacimiento minero de Toquepala donde se hicieron pruebas de compresión uniaxial en brechas angulares silicificadas dando un valor de resistencia de 138.67Mpa; mientras que los valores de resistencia para los tufos soldados constituidos por vidrio, feldespatos y +/- cuarzo están por debajo de 35Mpa.

b. Andesitas-dacitas-tobas (III2)

Derrames lávicos de naturaleza andesítica variando a dacitas en bancos gruesos, forman acumulaciones en forma dómica, erosionadas por acción glacial, preservadas como esqueletos volcánicos, en algunos lugares pueden contener tobas e ignimbritas. Dentro de esta subunidad se encuentra el Grupo Barroso.

Grupo Barroso: Formando en mayor proporción por derrames lávicos gris rosáceos a gris marrones con horblenda, seguido por flujos piroclásticos, dentro de los primeros tenemos derrames andesíticas, traquiandesíticas porfiríticas, afiricos (no se distinguen a simple vista) y flujos de lava tipo latita, mientras que en el segundo grupo tenemos tobas andesíticas, riodacíticas, riolíticas, cristolíticas y brechas de avalancha.

En Tacna, pertenecientes a esta unidad se encuentran los complejos volcánicos Nazaparco-Ichurasi, López Extraña-Ichurasi, Tutupaca, Yucamane Chico y

Jaruma, cuya litología consiste mayormente de eventos efusivos y explosivos consistentes en lavas de naturaleza andesítica, traquiandesítica, dacíticas y flujos de piroclastos de arena y toba cristaloblástica gris blanquecinas.

Para este grupo de rocas se tiene un rango de valores de resistencia a la compresión que se encuentra en el rango de 50 a más de 280Mpa. Los fenómenos geodinámicos que ocurren en este tipo de rocas son derrumbes y desprendimientos de rocas principalmente; los que se observan en taludes de corte de carreteras de penetración y en taludes de carreteras en explotaciones mineras cuyos ángulos de talud utilizado muchas veces no son los más recomendables.

En el área de explotación del tajo de Toquepala afloran rocas tipo dacita porfirítica cuya resistencia a la compresión es de 129.91Mpa y rocas tipo andesita de resistencia a la compresión de 179.92Mpa, mientras que estos valores disminuyen notablemente cuando la roca está alterada, tal es así que para una dacita porfirítica argilizada su valor de resistencia es de 30.42Mpa, no siendo así para una dacita porfirítica con yeso y anhidrita cuya resistencia es de 152.97Mpa.

#### Unidad IV: Rocas volcánico-sedimentarias

Comprende piroclastos de cenizas, limolitas y calizas negras, areniscas cuarzosas con lutitas grises, tobas cristalolíticas brechadas y silicificadas, diques de andesita microporfirítica y riolitas con secuencias de areniscas y conglomerados rojos con líticos, lavas andesíticas afaníticas y porfiríticas masivas. Las secuencias volcánicas se presentan mayormente formando laderas algo escarpadas, a diferencia de los sedimentarios que generalmente se exponen con elevaciones de pendientes más suaves. En esta unidad se ubican los grupos Tacaza y Toquepala, Volcánico Chocolate y formaciones Guaneros, Maure y Capillune.

Los valores de resistencia a la compresión en este tipo de rocas son variables, por comprender una secuencia litológica mixta, de la misma manera la susceptibilidad a los fenómenos de geodinámica externa.

#### Unidad V Rocas Sedimentarias

##### a. Areniscas, arenisca conglomerádicas y conglomerados

Comprende areniscas pobre a medianamente consolidadas, conglomerados polimícticos poco a medianamente consolidadas con matriz arenosa, areniscas arcillosas, areniscas conglomerádicas con tufos retrabajados, lodolitas, lutitas compactas con venillas de yeso y sal. Corresponden a las formaciones Moquegua,

##### b. Cuarcitas, areniscas, lutitas carbonosas, limolitas y calizas (V2)

Constituidas por lutitas abigarradas, lutitas carbonosas, con intercalaciones de areniscas en capas delgadas, limolitas, areniscas pardas y marrones y calizas fétidas, con intercalaciones de limoarcillitas grises y en partes conglomerado con niveles de yeso y ortocuarzitas. Se presenta muy fracturada, fallada, alterada, con numerosas intrusiones andesíticas y dioríticas. Grupo Ambo, Yura y la Formación Sotillo.

c. Calizas y areniscas calcáreas (V3)

Consta de calizas margosas en capas delgadas, que alternan con calizas bituminosas, en algunos casos horizontes de coquinas, y capas delgadas de lutitas bituminosas fisibles; también se encuentran horizontes de yeso en algunos sectores, Formaciones Pelado, Socosani, Arcurquina y Chilcane.

Los valores de resistencia a la compresión para estos materiales sedimentarios detrítico son: para lutitas o limoarcillitas el rango comprende de 2-215Mpa, para las areniscas 40-110Mpa, para los conglomerados 90Mpa; para las rocas sedimentarias químicas tipo calizas se tiene un rango en el valor de resistencia de 50-60Mpa, finalmente para las cuarcitas se tiene una resistencia de 150-600Mpa. Estos tipos de roca son susceptibles principalmente a deslizamientos, desprendimientos de roca y derrumbes.

#### Unidad VI Rocas metamórficas

Comprende las rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa, constituida por facies de esquistos, gneis y migmatitas, intruidas por stocks de granitos potásicos antiguos.

Las rocas metamórficas foliadas como la pizarra, gneis y esquisto presentan diferente resistencia a la compresión, tal es así que para la pizarra el valor de resistencia son 180 Mpa, para los gneis varía de 160-190Mpa y para el esquisto de 15-130Mpa.

#### 1.1.1 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas que se describen a continuación constituyen unidades de síntesis del relieve, habiéndose utilizado la información del ZEE Tacna aprobada por el MINAM, las categorías utilizadas fueron:

Unidades morfoestructurales, son las unidades mayores, tienen una extensión nacional definida por rasgos estructurales y de relieve, donde se asocian los aspectos de relieves y procesos identificados en el territorio de Tacna.



Las unidades morfoestructurales han sido identificadas y descritas en la caracterización geográfica.

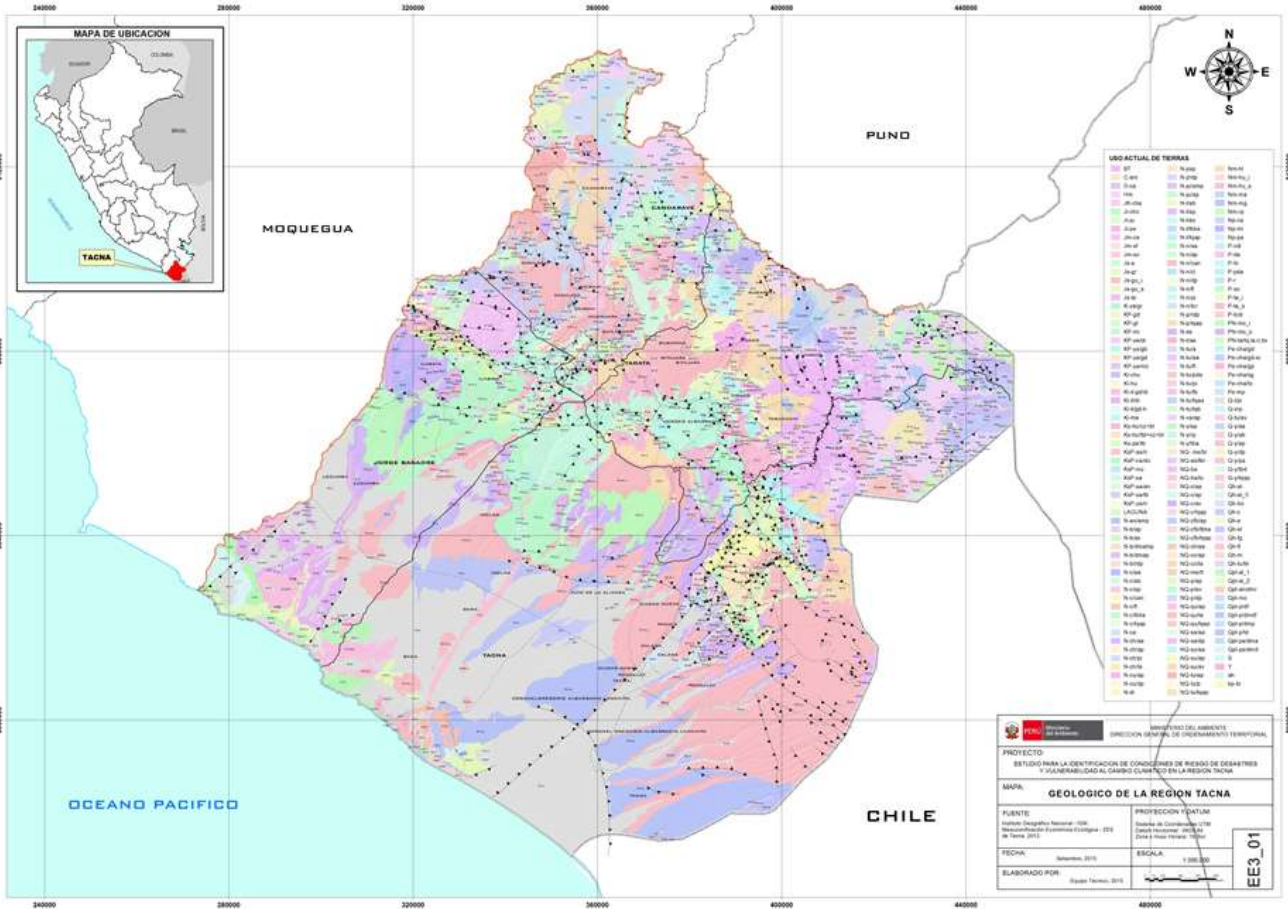


Mapa 2.2: geológico de la Región de Tacna

Fuente: ZEE-Tacna, 2012. INGEMMET

REGION TACNA

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



REGION TACNA

#### Proceso marino:

Donde la acción del mar ha generado formas como la playa marina, borde litoral, la terraza marina. Cada una, presenta rasgos diferenciados como altitud, siendo de poca altura las playas respecto a la terraza que corresponde a antiguos superficies de acumulación marina. El borde litoral es uniforme al sur de Tacna, mientras hacia el norte se presenta entrada y salida del continente respecto al mar, la cual es pronunciada formando la bahía a la altura de la desembocadura del río Locumba.

#### Proceso fluvial:

El escurrimiento del agua superficial como los ríos Locumba, Sama y Caplina, ha perfilado en la superficie terrestre abanico aluvial, cono de deyección y llanura que representa superficie plana y plano ondulado con poca pendiente. Las antiguas superficies de acumulación de los materiales acarreados y depositados por los ríos han conformado las terrazas aluviales y fluviales, estos últimos expuestos a cambios en temporadas de altas precipitaciones, otras formas de relieve son los taludes que se forman por la erosión fluvial y la inestabilidad de los taludes. El relieve dominante son los valles de los ríos Locumba, Sama y Caplina, las cuales se asocian formas como los conos de deyección.

#### Proceso erosión hídrica, climático y tectónico

Las deformaciones terrestres de los macizos rocosos, las condiciones climáticas (temperatura, viento y precipitaciones), y el escurrimiento de las aguas superficiales, han desarrollado una topografía dominante como las montañas de rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas, caracterizados por presentar relieves accidentados y fuertemente disectados. Así como, los cerros bajos y colinas, con pendientes poco abruptas y representan la destrucción avanzada de los relieves montañosos.

#### Proceso periglacial

La parte alta de la Cordillera de los Andes por la posición corresponde a la zona de acción del proceso periglacial, conformada por macizos rocosos intensamente deformados y con una cobertura de rocas piroclásticas cementadas, donde la intensa degradación de las rocas ha dado como resultados modelados como abanico, llanura, terraza, valle, circo y montañas. Este último, conforma la cadena de volcanes que se desarrollaron durante el Cuaternario.

En el análisis elaborado para la variable geomorfológica, se considera la forma del relieve que presenta la superficie; pues lugares con geoformas cuya topografía es plana se consideran zonas de baja susceptibilidad. Mientras, geoformas que presentan topografía pronunciada, son más susceptibles a sufrir modificaciones superficiales.

REGION TACNA

Cuadro N° 2.1 Morfología de la Región Tacna

Provincia geomorfológica	Proceso morfogénico	Morfología
Pampas costaneras	Marina	Playa marina
		Borde litoral
		Terraza marina
	Fluvial y eólica	Abanico
		Cono de deyección
		Llanura fluvial
		Talud
		Terraza $t_3$
		Terraza $t_2$
		Terraza $t_1$
		Terraza $t_0$
Valle fluvial		
Cordillera de la Costa	Erosión hídrica, climático y tectónico	Colina
		Cerros bajos
		llanura
		Montaña de rocas metamórficas
		Montañas de rocas sedimentarios
Flanco disectado de la Cordillera de los Andes		Montañas de rocas volcánicas
Altiplanicies y Cadenas de Volcanes	Periglacial y tectónico	Vertiente de Montaña
	Periglacial	Abanico periglacial
		Montaña periglacial
		Piedemonte periglacial
		Llanura periglacial
		Terraza periglacial
Valle periglacial		

Fuente; ZEE-Tacna, 2012

### Fisiografía

La región Tacna presenta una fisiografía muy variada, se consideró la categoría de subpaisaje como unidad básica cartográfica. Se identificaron tres grandes paisajes: Planicie, Colinoso y Montañoso que son los que se encuentran distribuidos en todo el ámbito, destacando entre ellos el paisaje planicie, que es donde se desarrolla principalmente la actividad agrícola y está formado por

depósitos de materiales acarreados, especialmente por los ríos Caplina y Locumba. Estos terrenos son planos y de poca gradiente.

Para el presente trabajo se trabajó con la información del ZEE Tacna, con la finalidad de efectuar un proceso de valoración de las clases componentes de las variables temáticas para establecer los niveles de Susceptibilidad Física de Tacna.

La variable Fisiográfica, contribuye en el aspecto externo de la superficie de un escenario geográfico, tal como se encuentran en su condición natural, expresa las formas del relieve.

#### Cuadro N<sup>o</sup> 2.2 Sub paisaje de la Región Tacna

PAISAJE	SUB PAISAJE
Planicie	PLAYA MARINA
	CANTERA
	ESCARPES
	CONO DE DEYECCION
	ABANICO ALUVIAL
	ABANICO FLUVIOGLACIAR
	ABANICO DE EXPLAYAMIENTO
	DELTA
	LAGUNA DE SEDIMENTACIÓN
	LLANURA ALUVIAL PLANA
	LLANURA ALUVIAL ONDULADO
	LLANURA ALUVIAL DISECTADA
	LLANURA FLUVIOGLACIAR
	LLANURA LACUSTRE
	VALLE ESTRECHO
	VALLE FLUVIAL ESTRECHO
	TERRAZA ALUVIAL
	TERRAZA FLUVIAL ALTA
	TERRAZA FLUVIAL MEDIA
	TERRAZA FLUVIAL BAJA
TERRAZA MARINA	
PEDIMENTO	
Colina	COLINAS ALTAS CON LADERAS LIGERAMENTE DISECTADA
	COLINAS ALTAS CON LADERAS DISECTADA
	COLINAS ALTAS CON LADERAS FUERTEMENTE DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA LIGERAMENTE DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA FUERTEMENTE DISECTADA
LOMADA	
Montaña	LADERAS DE MONTAÑA TERRACEADA
	MONTAÑA DE MATERIAL METAMORFICO CON LADERA MUY EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA MUY EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS MUY EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS MUY EMPINADA
	NEVADOS
	DEPÓSITOS FLUVIOGLACIAR "DRUMLINS"
	DEPÓSITOS GLACIAR "DRUMLINS"
	VALLE GLACIAR EN U
	CIRCO GLACIAR
	PIEDEMONTES
SUPERFICIES HIDROMORFICAS	
TALUD	
LAGUNA	

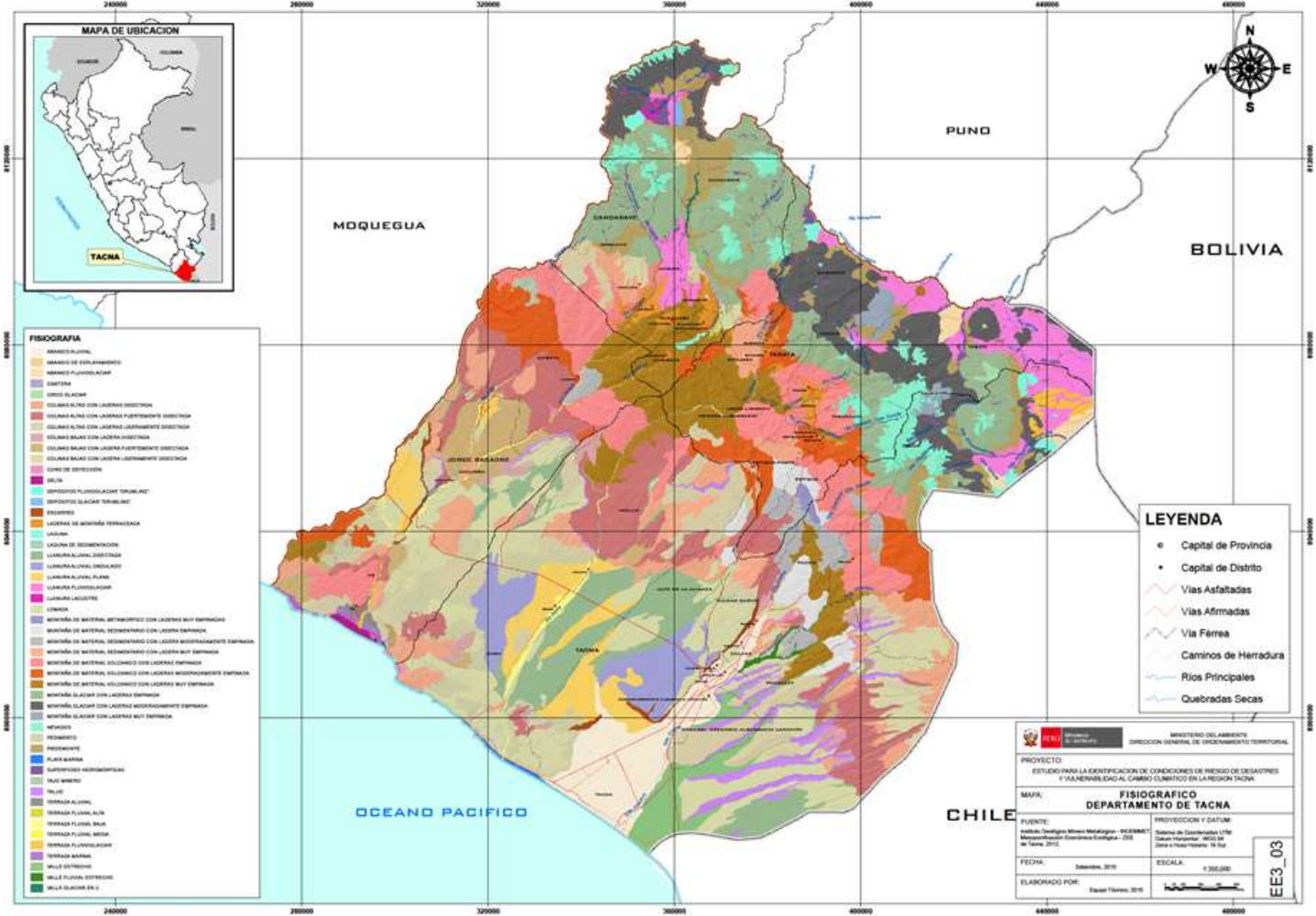
Fuente: ZEE Tacna-2012



Mapa 2.3 fisiográfico de la Región de Tacna

Fuente: ZEE-Tacna, 2012. INGEMMET

REGION TACNA



REGION TACNA

## Edafología – Suelos

En la presente se ha considerado la información de Suelo preparada como parte de los estudios para la Zonificación Ecológica y Económica de la Región Tacna, donde según la Taxonomía del Suelos, se han identificado cinco órdenes de suelos: Entisols, Inceptisols, Aridisols, Histosols, Andisols. La mayoría de los suelos de la región son Entisols, se caracterizan por ser suelos de formación muy reciente, jóvenes y con poco desarrollo del perfil del suelo, presentan horizontes A sobre C o R. Los Inceptisols son otro orden importante, se caracterizan por ser de mayor desarrollo que los Entisols, pero el desarrollo genético del perfil del suelo es incipiente, tienen mayor diferenciación que los Entisols. Los Andisols se caracterizan por tener su origen en cenizas volcánicas y material amorfo, Los Histosols son propios de bofedales altoandinos con acumulación de materia orgánica, es decir son suelos orgánicos, con mayor de 20 % de carbono orgánico. Los Aridisols son propios de zonas áridas y régimen de humedad aridic, las precipitaciones fluviales no son mayores de 50 mm por año.

En la evaluación del suelo, se consideró la información de las calicatas del Estudio de Suelos de la ZEE, que determina el tipo de suelos, su génesis, entre otros. Asimismo, se clasificó en unidades de Orden, Suborden, Gran grupo y Subgrupo.

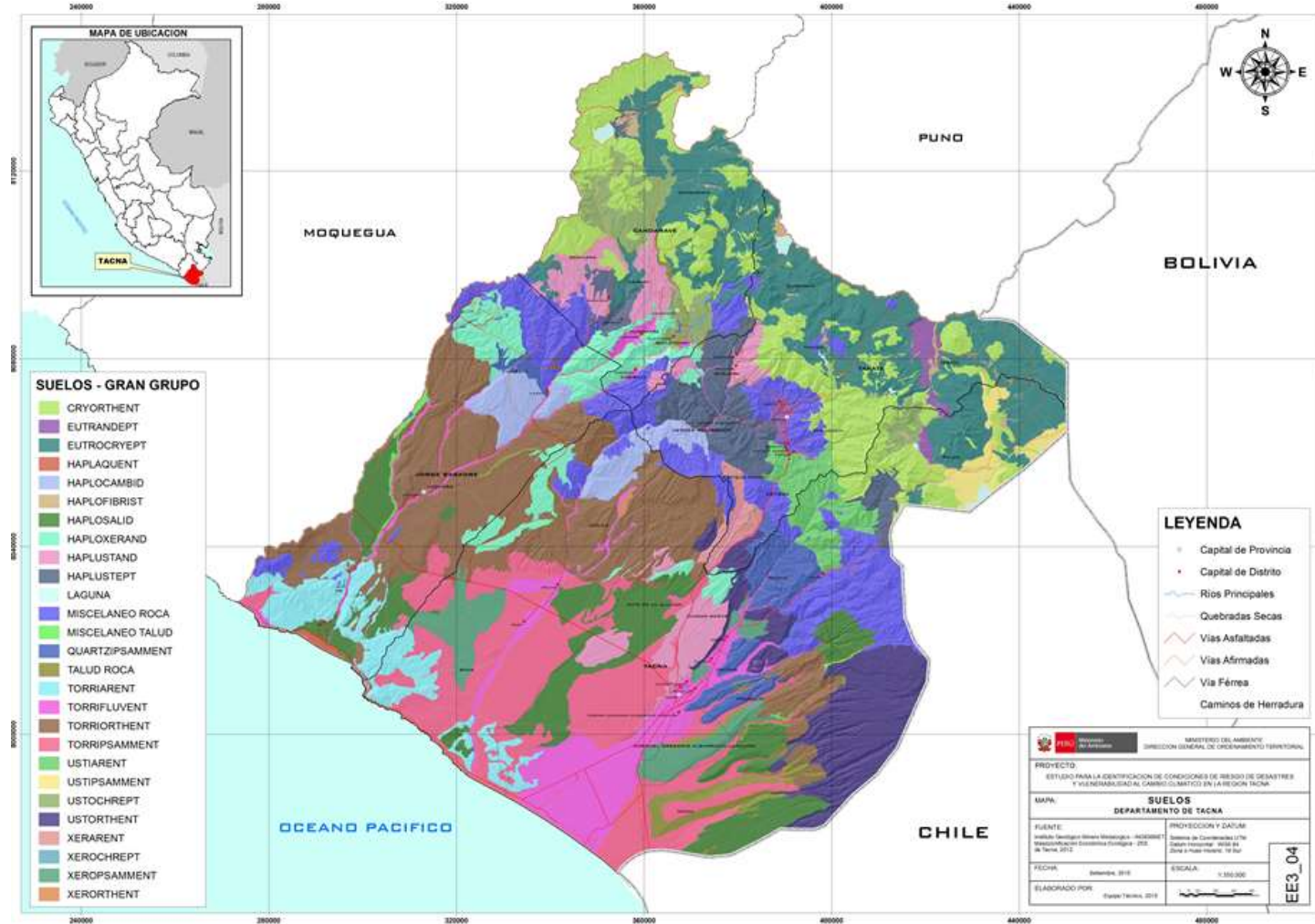
### Cuadro N<sup>o</sup> 2.3 Suelo en la Región Tacna

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

ORDEN	SUB ORDEN	GRAN GRUPO	SUELOS INCLUIDOS
Entisol	Fluvent	Torrifluent	Alfarillo, Las Yaras, La Yarada, La Yarada Eriazo, Cinto Valle, Locumba
	Psamment	Ustipsamment	Alto Perú, Vilacota
		Torripsamment	Esquirimache, Los Palos Lomas de Sama, Santa Rosa, Magollo
		Quartzipsamment	Higuerani, Pallagua
		Xeropsamment	Miculla
	Orthent	Cryorthent	Huaytire, Tutupaca, Yucamani, Queñuales
		Ustorthent	Mamuta
		Torriorthent	Bocatoma Ite
		Xerorthent	Pampa Tintinado
	Aquent	Haplaquent	Ite Humedal
	Arent	Torriarent	Cadena Costanera
		Xerarent	Huacano
		Ustiarent	Lacapujo
	Andisol	Xerand	Haploxerdand
Ustand		Haplustand	Susapaya
Aridisol	Salid	Haplosalid	Ite, Pampa Sitana, Tacna fase salina, Lagayache
	Cambid	Haplocambid	Ilabaya
Histosol	Fibrist	Haplofibrist	Bofedal
Inceptisol	Ochrept	Ustochrept	Candarave, Paucarani, Tacalaya
		Eutrochrept	Tacna
		Xerochrept	Totora
	Cryept	Eutrocryept	Condor Pico,
	Andept	Eutrandept	Tarata
	Ustept	Haplustept	Chucatamani, Coraguaya, Nueva Camilaca,

Fuente: ZEE Tacna-2012

Mapa 2.4



REGION TACNA

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

---

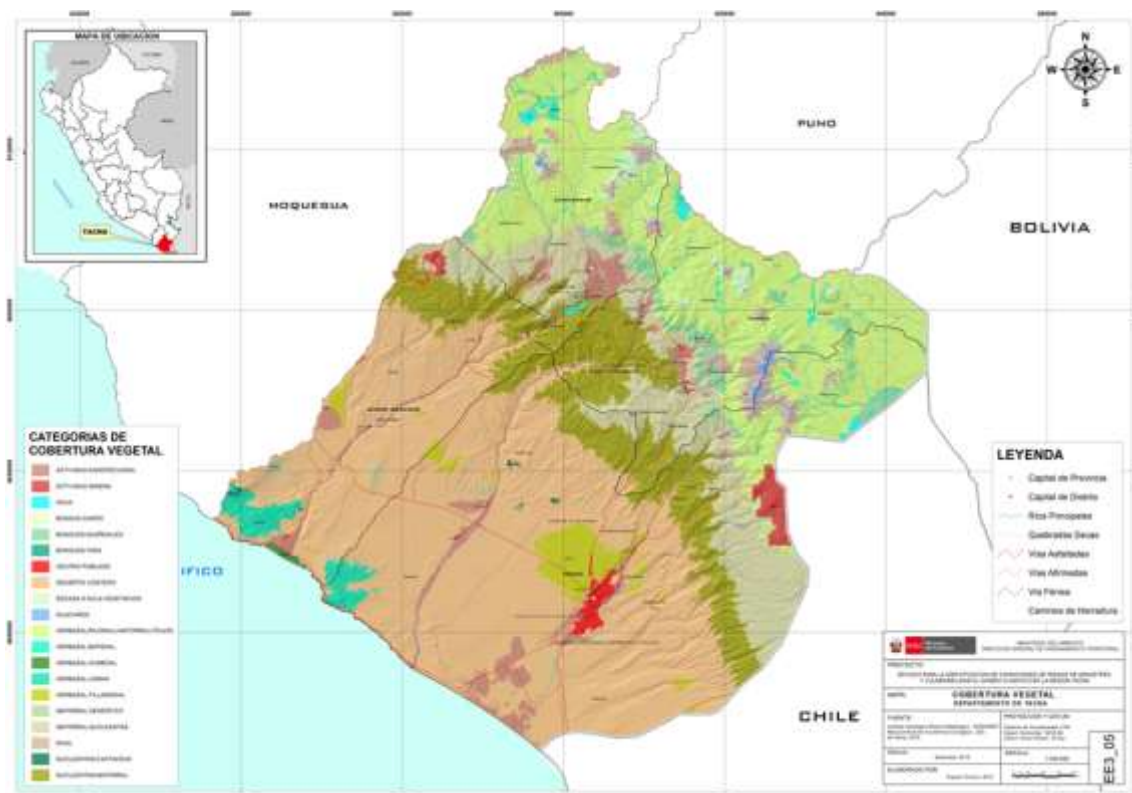
REGION TACNA

## **Cobertura vegetal**

Representa un agente natural que determina la estabilidad del territorio, por ser el protector primario de casi todos los ecosistemas, además por su capacidad de asimilación de energía solar y, por ser protector de los suelos y de los recursos hídricos. Por contribuir a la estabilidad de los suelos se ha considerado en el análisis de susceptibilidad física del territorio.

Se consideró que del tipo y densidad de la cobertura vegetal, dependen los grados de erosión de los suelos que se encuentran en pendientes pronunciadas; así un suelo con escasa vegetación brinda una escasa protección a las laderas, acelera el desplazamiento y/o la velocidad del agua de escorrentía superficial producto de las fuertes precipitaciones pluviales, propiciando el fenómeno de la erosión hídrica y lavado de los suelos; en cambio, la abundante vegetación, tiene mayor capacidad de proteger a los suelos de los efectos erosivos, dándoles mayor estabilidad y manteniendo la forma del relieve.

Para el presente análisis se trabajó con los estudios de cobertura vegetal desarrollado para la ZEE Tacana. El mapa de cobertura vegetal para la región Tacna, diferenció las zonas de bosques naturales, herbazales, áreas agrícolas, y matorral desértico.



Mapa 2.6 cobertura vegetal de la Región de Tacna  
Fuente: ZEE-Tacna, 2012. INGEMMET

Cuadro Nº 2.4 Cobertura vegetal en la Región Tacna



COBERTURA NATURAL	ESTADO/ FOLLAJE	DESCRIPCIÓN DE COBERTURA NATURAL
ACTIVIDAD MINERA	-	EL BOSQUE ORIGINAL, CLIMAX HA SIDO ELIMINADO TOTALMENTE CON EL FIN DE FACILITAR LAS OPERACIONES PARA LA EXPLOTACIÓN MINERA. LA ZONA DE TOQUEPALA
MATORRAL DESERTICO	PERENNIFOLIOS	ESTA COMPUESTA DE UNA MEZCLA DE ESPECIES ARBÓREAS DE PORTE BAJO, ARBUSTOS Y CACTACEAS, ENTRE LAS ESPECIES MAS REPRESENTATIVAS SE TIENE A GRINDELIA GLUTINOSA, TRINIS CACAUIOIDES, TECOMA FULVA, PLUCHEA CHINGOLLO, CARICA CANDICANS Y EPHEDRA AMERICANA
HNAL	-	ESTA FORMACIÓN ENTERAMENTE DESPROVISTA DE VALOR ACTUAL Y POTENCIAL PARA EL APROVECHAMIENTO AGROPECUARIO FORESTAL.
SUCULENTAS-MATORRAL	PERMANENTES	LA VEGETACIÓN ES ESCASA DE TIPO XEROFITICO. CON LAS LLUVIAS VERANIEGAS SURGE UNA CUBIERTA TEMPORAL DE HIERBAS EFIMERAS QUE SON APROVECHADAS POR EL GANADO CAPRINO. ES CARACTERISTICA DE ESTA FORMACIÓN EL CACTUS "BROWNINGIA CANDELARIS, CANDELA"
ACTIVIDAD AGROPECUARIA	-	EN LA COSTA, LA AGRICULTURA SE LLEVA A CABO. EN LOS VALLES FERTILES Y REGABLES DE LOS RIOS Y EN LAS LADERAS DE LAS ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL. EN LA SIERRA LA AGRICULTURA SE UBICAN GENERALMENTE EN LADERAS INCLINADAS
HERBAZAL-LOMAS	TEMPORAL	SON COMUNIDADE ESTACIONALES DEBIDO A LAS PRECIPITACIONES ATMOSFERICAS ALBERGA DIFERENTES ESPECIES VEGETALES ENTRE ELLAS LOASA URENS, PALAUA DISECTA, NOLANA SPP, CONVULVULOS ARVENSIS, ETC. SIRVE DE FORRAJE PARA CAPRINOS Y OVINOS
ESCASA O NULA VEGETACION	-	SON ZONAS DONDE NO HAY COBERTURA VEGETAL. SOLO EXISTE EN PEQUEÑAS RIBERAS DE RIOS SECOS
HERBAZAL(PAJONAL)-MATORRAL(TOLAR)	PERMANENTE	COMUNIDAD VEGETAL COMPUESTA POR PAJONALES (FESTUCA SP Y STIPA SP) Y TOLARES (PARASTREPHIA SP). IMPORTANTES PARA EL APROVECHAMIENTO AGROPECUARIO
MATORRAL-SUCULENTAS	PERMANENTES	LA VEGETACIÓN PRIMARIA HA SIDO FUERTEMENTE ELIMINADA Y SUSTITUIDA EN GRAN PARTE POR CULTIVOS AGRICOLAS BAJO RIEGO. LAS ESPECIES FORESTALES EXISTENTES EN FORMA DISPERSA O EXCEPCIONALMENTE EN ROCALES, ESTA REPRESENTADO POR LA TARA (CAESALPIA)
HERBAZAL-TILLANDSIAL	PERMANENTE	EN GENERAL ESTA FORMACIÓN PRESENTA MUY ESCASA VEGETACIÓN QUE SE DISTRIBUYE CON UNA DENSIDAD DECRECIENTE DE NORTE A SUR Y DE OESTE A ESTE. APARENTEMENTE LA ESCASA PRECIPITACIÓN PLUVIAL REPRESENTA UN FACTOR LIMITANTE PARA REALIZAR PLANTACION
DESERTO COSTERO	-	ESCASA O NULA VEGETACION SOLO EN ALGUNAS ZONAS RIBEREDAS EXISTE UNA VEGETACION TIPICA ENTRE LAS ESPECIES PREDOMINANTES TECOMA FULVA, PLUCHEA CHINGOLLO, NICOTIANA GLAUCA, LYCOPERSICON CHILENSE ENTRE OTRAS
SUCULENTAS-CACTACEAS	PERMANENTES	VEGETACION TIPICO DE LA COORDILLERA COSTERA, LAS ESPECIES PREDOMINANTES QUE SE PUEDEN ENCONTRAR BROWNINGIA CANDELARIS Y NEORAMONDA AREQUIPENSIS
BOSQUES-TARA	CADUCIFOLIOS	BOSQUES DE TARA, LA ESPECIE REPRESENTATIVA ES CAESALPIA SPINOSA, SE ENCUESTRAN ASOCIADAS CON ARBUSTOS Y CACTACEAS DE MENOR TAMAÑO
CENTRO POBLADO	-	ZONAS URBANAS CON DESARROLLO POBLACIONAL
BOSQUE-CARZO	PERENNIFOLIOS	EL BOSQUE DE CARZO TAMBIEN DENOMINADO RELICTOS POR SU PERMANENCIA EN EL TIEMPO, ESTA REPRESENTADO POR LA ESPECIE HAPLORUS PERUVANA, ESPECIE PROTEGIDA Y ENDEMICA DEL SUR PERUANO
HERBAZAL-HUMEDAL	PERMANENTE	EN EL LITORAL EXISTE UNA ZONA HIDROMORFICA CON UNA BIODIVERSIDAD TIPICA TANTO DE FLORA COMO FAUNA, LA VEGETACION ESTA CONFORMADA PRINCIPALMENTE DE TOTALES TYPHA DOMINGUENSIS, SCIRPUS SP, JUNCUS SP, BACOPPA MONNERI, ENTEROMORPHINTES*
BOSQUES-QUEDOALES	PERENNIFOLIOS	CONFORMADOS PRINCIPALMENTE POR ESPECIES DEL GENERO POLYLEPIS, PRINCIPALMENTE DOS ESPECIES POLYLEPIS BESSERI Y POLYLEPIS TARAPACANA, A VECES ASOCIADOS CON ARBUSTO ENTRE LOS MAS REPRESENTATIVOS SE ENCUENTRAN A TETRAGLOCHIN Y ADESMIA
GLACIARES	-	EL GLACIAR ES UNA GRUESA MASA DE HIELO QUE SE ORIGINA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE POR ACUMULACIÓN, COMPACTACIÓN Y RECRISTALIZACIÓN DE LA NIEVE, MOSTRANDO EVIDENCIAS DE FLUJO EN EL PASADO O EN LA ACTUALIDAD
HERBAZAL-BOFEDAL	PERMANENTE	LA VEGETACIÓN ES COMPLETAMENTE CERRADA Y CARECE DE LAS GRAMINEAS ALTAS Y DE LOS ARBUSTOS, TANTO ERGIDOS COMO TENDIDOS. LA DISTICHA MUSCOIDES QUE PERTENECE A LA FAMILIA DE LAS JUNCACEAS, FORMALMOHADILLAS BIEN CONVEXAS, ASOCIADAS A LA DIS*
AGUA	-	LAGOS, LAGUNAS, COCHAS, RIOS GRANDES Y RESERVORIOS

Fuente: ZEE Tacna-2012

---

## Condiciones climáticas

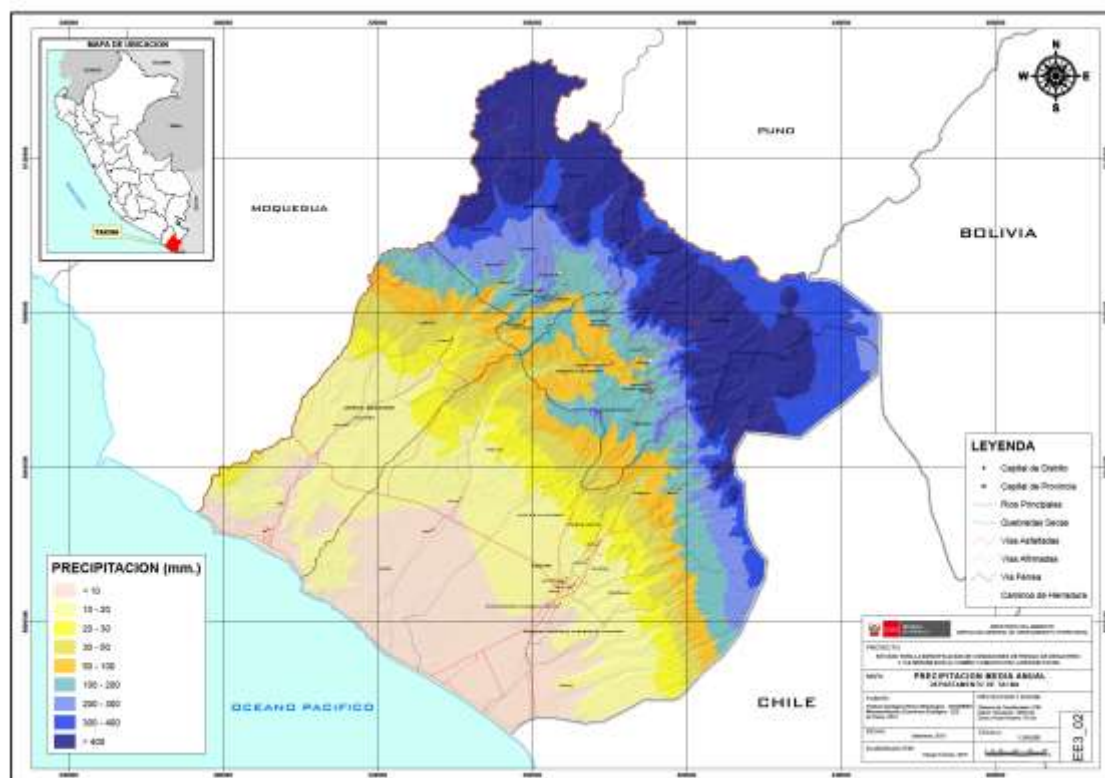
Las condiciones climáticas influyen en los aspectos ambientales y físicos del territorio de Tacna, siendo la precipitación pluvial el agente activador de los procesos naturales modificadores de los ecosistemas, y representa un agente que altera las propiedades de los depósitos inconsolidados y macizos rocosos; para contribuir en la estabilidad de los suelos.

Se ha considerado en el análisis de susceptibilidad física del territorio, porque la escasa precipitación pluvial genera poco escurrentía superficial propiciando poca incidencia en el fenómeno de erosión hídrica y lavado de los suelos; en cambio, las altas precipitaciones pluviales tiene mayor capacidad para generar los efectos erosivos, dándoles mayor inestabilidad y manteniendo la forma del relieve.

Para el presente análisis se trabajó con los estudios de clima desarrollado para la ZEE Tacana. En el mapa de precipitación media anual para la región Tacna, se diferenció las zonas: árida, semi árida, subhúmedo y húmeda.

Cuadro N° 2.5 Precipitación pluvial en la Región Tacna

PRECIPITACION PLUVIAL	DESCRIPCION
> 400	HUMEDO
300 - 400	SUBHUMEDO
200 - 300	SUBHUMEDO
100 - 200	SEMIARIDO
50 - 100	ARIDO
30 - 50	ARIDO
20 - 30	ARIDO
10 - 20	ARIDO
< 10	ARIDO



Mapa 2.7 precipitación pluvial de la Región de Tacna  
Fuente: ZEE-Tacna, 2012. INGEMMET

## Evaluación de los factores internos y externos que afectan la estabilidad de las tierras

### Litología

En la región de Tacna se distribuyen rocas y depósitos, los cuales están constituidos de minerales y mantienen orden y distribución que dependen de los procesos de formación de la roca.

Las rocas ígneas conformadas por minerales de composición ácida y básica, siendo estos últimos los más inestables ante agentes externos. Asimismo, presenta condiciones inestables las rocas piroclásticas como las tobas por estar constituida por una aglomeración de fragmentos de rocas que fueron expulsados durante la actividad volcánica.

Las rocas sedimentarias constituidas de fragmentos de rocas y minerales cuya estabilidad dependen de la matriz de carbonatos, sulfatos y cloruros, y matriz arenosa; en la roca sedimentarias predomina la condición inestable. Se

REGION TACNA

considera de mejor comportamiento aquella roca de matriz silícea y limo arcillosa.

La roca metamórfica son aquellas que han sufrido cambios estructurales y en otros químicos, en el primer caso han desarrollado estructuras internas como la foliación y donde las rocas son bastante inestables. Mientras en el segundo, caso las rocas químicamente han sido sustituido por elementos químicos como la sílice y donde las rocas son más estables.

### 2.2.2 Geomorfología

En la región Tacna existen tipos de relieves que han evolucionado en el tiempo a diferentes formas de modelado, por los diferentes procesos naturales como tectónico, eólico, erosión hídrica, fluvial y marino. Los tipos de relieves se han acentuado en forma y extensión por la mayor y menor incidencia de los procesos naturales.

Los procesos de mayor incidencia han sido los procesos fluviales, de erosión hídrica y marino, cuyo elemento activador es el agua en sus diferentes formas como la precipitación pluvial, el río, los flujos de barro y detritos, las aguas de regadío u agua de mar. La ocurrencia de estos procesos configura relieves con inestabilidad a la degradación natural.

#### Fisiografía

La caracterización de la forma del relieve en sus rasgos morfológicos principales, tiene como elementos internos los rasgos de pendiente, las diferencias de elevación entre la base y la cima, y las formas superficiales de terreno bien definidos; los cuales definen los relieves de planicies, colinas y montañas. Así, los relieves con pendiente como laderas de montañas reúnen condiciones inestables respecto a planicies y terrazas donde se centra las condiciones de moderada estabilidad

Además, puede incluir una caracterización de la litología superficial de las diferentes formas de los materiales, y finalmente otros rasgos propios de cada lugar, que tienen importancia para entender los patrones evolutivos y origen del relieve. De esta manera formas suaves están asociadas a rocas blandas depósitos, en tanto formas de relieves irregulares y accidentados a rocas duras.

#### Suelo

La naturaleza y los caracteres del suelo influyen también en la penetración de la energía térmica por debajo de la superficie, las consecuencias geomorfológicas de la cual son muy importantes. Por debajo de la superficie externa del afloramiento rocoso (litosol) o del suelo propiamente dicho las ondas caloríficas

se transmiten con una alta velocidad hasta que se disipan a escasa profundidad (Muñoz, 2000).

El recurso suelo es considerado como semi-renovable, que forma parte a la vez producto de la interacción de factores medioambientales. El suelo compuesto de materia orgánica e inorgánica, donde lo orgánico es renovable. Los suelos constituyen la capa superficial natural de la corteza terrestre, compuesta por elementos orgánicos e inorgánicos, aislados o mezclados en mayor o menor proporción. La estabilidad del suelo puede variar por la influencia de la pendiente, el material de origen y las condiciones climáticas del territorio.

Cuando los suelos presentan una textura franca contiene entre granos finos y gruesos con predominio de este último, se presentan moderadas condiciones de estabilidad ante agentes externos. Las áreas misceláneas como misceláneas de roca, misceláneas de talud, no presentan suelos pero agrupan superficies de tierras que pueden o no soportar algún tipo de vegetación debido a factores desfavorables que presentan, como una salinización extrema, presentan condiciones de mejor estabilidad ante agentes externos.

#### Cobertura vegetal

Como es conocida las plantas absorben y consumen en la fotosíntesis una parte de la radiación solar de entrada, haciendo que disminuya en cierta proporción la energía térmica que llega a alcanzar la superficie litosférica. Como consecuencia de ellos y de la capacidad de reflexión de sus órganos aéreos, bajo una cubierta vegetal medianamente densa dicha superficie se calienta menos durante el día. Durante la noche, la vegetación actúa como interceptor y acumulador de radiación ascendente, como consecuencia la superficie se enfría también menos (Muñoz, 2000).

La estabilidad de los materiales depende de los factores externos como la altitud, precipitación y temperatura, los mismos que condicionan el establecimiento de especies vegetales y animales. De esta manera el desarrollo de los pajonales altoandinos, los bofedales, tolares y los queñoales constituyen gran parte de los recursos de la zona altoandina, el desarrollo de estos recursos naturales mantienen estabilidad de los materiales ante agentes externos.

La dotación de los recursos hídricos de la parte media cuenca del Sama, permite que sobreviven especies xerófitas, pastos adaptados a condiciones de aridez y estrés hídrico. Mientras, en la zona altiplánica y nival, la vegetación cambia como la festuca, ichu, tola, forestales como la queñoa, yareta, entre otros.

En el caso de la cuenca del Locumba, por la contaminación y la degradación de los suelos, se tienen especies adaptadas a las condiciones de salinidad como grama salada, y otras bajo condiciones de régimen de humedad donde la totora.

En caso de los valles Caplina y Locumba el recurso hídrico mantienen los cultivos de actividad agropecuaria.

### 2.2.6 Condiciones climáticas (Precipitación pluvial)

La influencia directa de las condiciones climáticas en la estabilidad de los materiales puede ser cualitativa, determinando el tipo y la naturaleza de los procesos así como su modo de articulación, o bien cuantitativa, controlando la intensidad y la competencia de dichos procesos e incluso estableciendo los umbrales de sustitución de los mismos. El primer caso se da una alta correlación entre la presencia de un determinado elemento del clima (viento, hielo permanente, aridez o lluvia) y la presencia de unos determinados procesos (deflación, glaciación, hicroclastía). En el segundo la correlación significativa se registra entre el valor de uno o una combinación de parámetros climáticos (intensidad pluviométrica, frecuencia de heladas o amplitud térmica diurna) y el valor de competencia de determinados procesos (arroyada, gelifracción y termoclastía); o bien entre el valor de determinados parámetros climáticos (temperatura máxima media, volumen de pluviosidad efectiva o número de meses con excedente hídrico) y el cambio de modalidad de actuación de determinados procesos (pasos de la argilización a la laterización en la hidrólisis; paso de la arroyada difusa a concentrada) o la sustitución de un proceso por otro (Muñoz, 2000).

En cuanto a la precipitación pluvial, ejerce influencia en el proceso de alteración química de los materiales (como la disolución, oxidación, etc).

### Pendiente

Es una de las variables fundamentales al tratar los procesos de desplazamiento gravitatorio sobre plano inclinado, La realización de la acción del proceso natural exige que la pendiente sobre el cual se produce el desplazamiento alcance un determinado grado. Si está pendiente crítica no se alcanza, no se produce desplazamiento de material e incluso puede cesar el flujo. Si, por el contrario, está pendiente es alcanzada y existan partículas para desplazarse, el trabajo del proceso natural es proporcional al ángulo de la pendiente. Así, regiones con mayor potencial morfogénico, son aquellas en las que se dan simultáneamente grandes desniveles y pendientes fuertes.

Solamente se realiza la acción de los procesos, cuando existen desniveles y pendientes adecuadas y su potencial morfogenético es proporcional a la rugosidad de la superficie a la pendiente.

### **Áreas sensibles a ser afectadas o modificadas físicamente de forma natural**

El territorio de la región Tacna presenta áreas que son sensibles a la degradación natural, la cual dependerá de las factores internos y externos que afectan la estabilidad de los materiales, Entre los factores internos: litología, geomorfología y la fisiografía; y los factores externos: suelo, cobertura vegetal, precipitación pluvial y pendiente.

#### Litología

La susceptibilidad de este tipo de rocas a los fenómenos geodinámicos está relacionada a las condiciones estructurales, hidrológicas, sísmicas y geomecánicas del macizo rocoso. En la mayoría de los casos ocurren derrumbes, desprendimientos de rocas y flujos de detritos.

La ponderación se realizó de (1) a (5) para discriminar mejor los elementos que califican la variable en función de las características litológicas, considerando el nivel de baja susceptibilidad (1) a las rocas duras intrusivas, por su comportamiento muy estable y difícilmente erosivo, hasta llegar a los niveles de muy alta susceptibilidad (5) a los depósitos Inconsolidados por su comportamiento inestable y altamente erosiva.

#### Cuadro N° 2.6 Ponderación de la variable litología en la Región Tacna

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

FORMERACION	UNIDAD LITOLÓGICA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA
BACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO POLLALLA	NG-p/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO POLLALLA	NG-p/tp
BOBTA	UREDA E.D	-	NG-EBI
BOBTA	INTROFUSO TASAQARBA	-	NP-ga/d
ARCISTA	INTROFUSO TASAQARBA	-	NP-ga/tp
BOBTA	FORMACION QULLAVERTO	ERRAS SAMARANI	NP-ga/tp
BOBTA	FORMACION QULLAVERTO	ERRAS ABAK	NP-ga/tp
CAJAZO SACITAS	FORMACION RANACANE	-	NA-ba/BI-cs+lt
CAJAZO	INTROFUSO TASAQARBA	-	NP-ga/tp
MONZONITA	INTROFUSO TASAQARBA	-	NP-ga/tp
TRAGAMBERTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TUTUPACA	NG-tu/tp
TRAGATA BASALTICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TUTUPACA	NG-tu/tp
BOMO BODACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO BUAERWAMANI	NG-bu/tp
BOMO ARCISTA BODOPORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO BODRE	NG-bu/tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
BOBTA PORFIRICA MATRIZ ENDOGENA BA	UREDA SURVOLCANICA	-	NP-tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
CAJAZO BODACITA	UREDA SURVOLCANICA	-	P-ctd
BOBTA	UREDA BODRE	-	NP-ctd
BOBTA	UREDA SURVOLCANICA	-	P-e
ARCISTA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TUTUPACA	NG-tu
ARCISTAS PORFIRICAS	GRUPO BARRO	VOLCANICO MCHES	NG-ma/tp
ARCISTAS AFANITICAS	GRUPO BARRO	VOLCANICO MCHES	NG-ma/tp
BACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO MAMAB	NG-ma/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TUTUPACA	NG-tu/tp
CAJAZO ARCISTA GRES OSCURO	GRUPO BARRO	VOLCANICO HAZAFARCO	NG-ha/tp
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
BACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO HAZAFARCO	NG-ha/tp
BOBTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
BACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
ARCISTA BASALTICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
CAJAZO LATITA	GRUPO BARRO	VOLCANICO HAZAFARCO	NG-ha/tp
BODACITA PORFIRICA GRES A MARCAN	GRUPO BARRO	VOLCANICO POLLALLA	NG-p/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
ARCISTAS AFANITICAS	GRUPO BARRO	VOLCANICO SACANI	NG-sa/tp
CAJAZO ARCISTA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
BACITA PORFIRICA	VOLCANICO CEMALLE	-	NG-ctd
TRAGAMBERTA PORFIRICA GRES BODACA CON HORNBLINDA	GRUPO BARRO	VOLCANICO POLLALLA	NG-p/tp
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
COLADA DE LAVAS ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO MARABA	NG-ma/tp
LAVA ARCISTICA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TITHI	NG-ti
BACITA FANERTICA, COLOS GRES CLARO	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
LAVA BACITICA FANERTICA GRES CLARO	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
BOBTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO BODRE SACANI	NG-bd/tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO PIRUPURUM	-	Qp-p/tp
ARCISTA PORFIRICA	VOLCANICO CEMALLE	-	NG-ctd
BOMO ARCISTA BODOPORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO MARABA	NG-ma/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	COMPLUO FISALM BARRO	NG-cb/tp
BOMO BODITICO	GRUPO BARRO	VOLCANICO ARTAJAVE	Qp-a/tp
ARCISTA BODOPORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO ARTAJAVE	NG-a/tp
BOMO ARCISTICO PORFIRICA	VOLCANICO PISCANANI	-	Qp-p/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO QUEBUTA	NG-qa/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO BARRO	NG-ba/tp
BOMO ARCISTICO PORFIRICO	GRUPO BARRO	VOLCANICO BUAERWAMANI	NG-bu/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CONORPICO	NG-co/tp
SPHODRANTO	INTROFUSO QULLAVERTO	-	NP-ch/tp
TORNALTA	INTROFUSO QULLAVERTO	-	NP-ch/tp
GRANODIORTA, MONZONITE	INTROFUSO QULLAVERTO	-	NP-ch/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	COMPLUO FISALM BARRO	NG-cb/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO LOPEZ EXTARBA	NG-le/tp
BODACITA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO JERABA	NG-ja/tp
BOMO SACITAS GRES CLARO	VOLCANICO INCAKANI	-	Qp-p/tp
ARCISTA	FORMACION QULLAVERTO	ERRAS SAMARANI	NP-ga/tp
BOBTA	FORMACION QULLAVERTO	ERRAS YAROS	NP-ga/tp
ARCISTAS - BOBITAS	FORMACION QULLAVERTO	ERRAS CAMPANITTO	NP-ca/tp
GRANODIORTA	UREDA BODRE	-	NP-gd
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CHAGABARTA	NG-ch/tp
ARCISTAS PORFIRICAS	GRUPO BARRO	VOLCANICO CHAGABARTA	NG-ch/tp
BOBTA	FORMACION RANACANE	-	NA-ba/BI-cs+lt
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO BODRE	NG-bu/tp
TORNALTA CAJAZO BOBTA	UREDA BODRE	-	P-act
MONZONITA	UREDA BODRE	-	NP-tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CARACANA	NG-ca/tp
COLADA DE LAVAS ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO VILACORICANA	NG-vi/tp
LATITA	GRUPO BARRO	VOLCANICO QUEBUTA	NG-qa/tp
TRAGAMBERTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO TUTUPACA	NG-tu/tp
ARCISTAS BASALTICAS, AFANITICAS GRES OSCURO	FORMACION JURBATA	-	J-t
GRANODIORTA	INTROFUSO QULLAVERTO	-	NP-ch/tp
GRANODIORTA	INTROFUSO TASAQARBA	-	NP-ga/tp
DIPTOSIS Y PRISMATITAS CON PRISMATAS POR ONITINA, BODACITA Y CAJAZO	LAGARITO BODRE SACANI	-	P-tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO LOPEZ EXTARBA	NG-le/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO HAZAFARCO	NG-ha/tp
LATITA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO CONORPICO	NG-co/tp
ARCISTA BASALTICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO QUEBUTA	NG-qa/tp
ARCISTA AFANITICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp
FORMAS SACITAS	UREDA SURVOLCANICA	-	P-act
BOBTA	UREDA SURVOLCANICA	-	NG-d
ARCISTA PORFIRICA	GRUPO BARRO	VOLCANICO YUCAMANI	NG-ya/tp

REGION TACNA



Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

FORMERACION	UNIDAD LITOLÓGICA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA
ARENITA VITRULAR		GRUPO BARROSO	W2 p10v
ARENITA PORFIRICA, MICROPORFIRICA Y TUNDAS VITRULICAS		FORMACION DEL LAYICO	W2P-as
GRAHOKOSTA CON OROTA		UNIDAD E.L.	W1 E-g43E
GRABITO		UNIDAD WITRUBA	W2-gr
GRAHOKOSTA CON HORNELES		UNIDAD E.L.	W1 E-g43 h
LAVAS ANDÉSITICA PORFIRICA Y AGLOMERADO		FORMACION GAMBROS SUPERIOR	W-gu-1
ARENITAS PORFIRICAS		GRUPO BARROSO	W2-tolag
ARENICAS Y ARENITAS VULCANOCÁLICAS GRISES CON TONALIDADES ROSA Y		FORMACION STELLI	P-as
CONCRETAS, ARENICAS CONCRETAS Y CONCRETAS ARENITAS		FORMACION PUALPARI	W-lu
LAVAS, ARENICAS CONCRETAS INTERCALADAS CON CALIZAS SUBVOLCANICAS		GRUPO CANALIAS	P-co
ARENITA VITRULAR		GRUPO BARROSO	W2-c10v
ARENITA AFERICA		GRUPO BARROSO	W-10m
ARENITA SERRANA		GRUPO BARROSO	W-10m
ARENITAS VITRULARES		GRUPO BARROSO	W2-est1v
BAJOSA		UNIDAD SUBVOLCANICA	P-da
LAVAS DE TRINQUITA PORFIRICA, BOLTA PORFIRICA, BRECIA POLIMETICA (GRS ROSAZA)		GRUPO TRAZA	PH-ta1q,ta,2,3,4
BAJOSINA		NEOLITICA	W1
CONGLOMERADO DISPERCIONADO		UNIDAD WITRUBA NO DISPERCIONADA	P-10
VOLCANICOS ANDÉSITICOS Y BOLTICOS, CON INTERCALACIONES DE CONGLOMERADOS Y ARENICAS PELOSÁTICAS		GRUPO TOSAFALA	Wp-to
GRABITO		INTRUSIVO TANGAMAMA	W-yo/gr
ARENICAS, CALIZAS Y LUTITAS		FORMACION ATAPACA	W-a
ARENICAS GRISES, CONGLOMERADOS COMPACTOS Y ODRAMES VOLCANICOS BASALTICOS A ANDÉSITICOS		FORMACION CHOLLICAME	W1-chu
ARENITA PORFIRICA VITRULAR CON HORNELES		GRUPO BARROSO	W-l0v

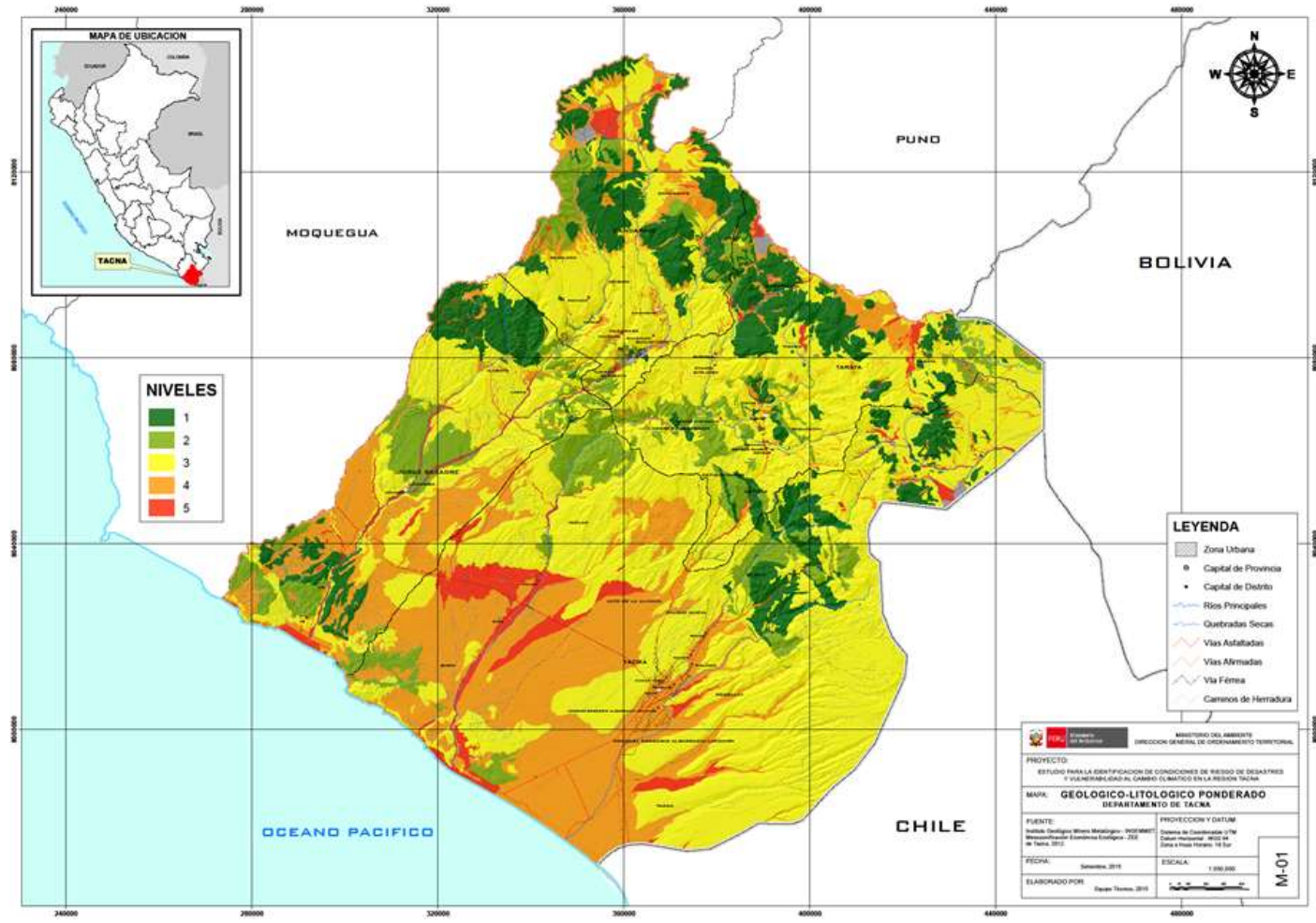
FORMERACION	UNIDAD LITOLÓGICA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA
ARENITAS Y ARENITAS		DEPOSITO FLUVIOGLACIAL	W-bj
TODA CRISTALOCÁLICA ORO BLANDEIRA		GRUPO BARROSO	W-10m
TODA BODACITA		GRUPO BARROSO	W2-p10d
PROCLASTOS DE ARENITA PORFIRICA Y OROTA		GRUPO BARROSO	W2-ep1
BRECHAS PROCLASTICAS		GRUPO BARROSO	W2-est1v
TODA CRISTALOCÁLICA ORO BLANDEIRA		GRUPO BARROSO	W-10m
TUNDAS		GRUPO BARROSO	W-ch10
TODAS NEOLITICAS Y BODACITAS		FORMACION WAVILLAS SUPERIOR	Wm-wj-1
LAVAS ANDÉSITICAS AP-IRICA, CON NEULES DE AGLOMERADOS Y CONGLOMERADOS		FORMACION LUCOCLITE	L-cho
CONGLOMERADOS CON TUNDAS RETOMAJADAS		FORMACION MULLO	W-m
CONGLOMERADOS CON LUTITAS DE ARENICAS Y LIMOLITAS		FORMACION MOGROSA SUPERIOR	PH-mo-1
CONGLOMERADO DE CLASTOS VOLCANICOS E INTRUSIVOS EN MANTRO AMIGARCILLAS		FORMACION MOGROSA INFERIOR	PH-mo-2
TODAS LITOCÁLICAS, CRISTALOCÁLICAS		FORMACION MOTALAGE	W-ma
FLUJO DE BLOQUES Y CLASTOS VOLCANICOS		FORMACION TAPATA INFERIOR	P-to-1
TODAS VOLCANICAS LITICAS		FORMACION PARALQUE	W-pa10
PROCLASTOS, LIMOLITAS, CALIZAS BARRAS		FORMACION TAPATA SUPERIOR	P-to-2
ARENICAS PORFIRICAS ARENITAS Y AGLOMERADOS		FORMACION GAMBROS INFERIOR	W-gu-1
TODAS LAPILLI DE JAGUAYPAC		FORMACION DEL LAYICO	W2P-as10
TODAS CRISTALOCÁLICAS DE BODITA, COARDO		UNIDAD MAMAMANI	W-m
PROCLASTOS, CENIZA LAMBERA, TODAS LITICAS		FORMACION CAPILLONE	W-ca
LITOLITAS AMARILLENAS, ARENICAS BODAS, CONGLOMERADOS POLIMETICOS CALIZAS Y PROCLASTOS		GRUPO BARRAS	Wm-ma
CONGLOMERADOS POLIMETICOS MORMONISTO CONCRETAS		DEPOSITO ALUVIAL 2	W-al-2
FLUJO DE BLOQUES Y CLASTOS ANDÉSITICOS		FORMACION BILACOLLO	Wm-l
PROCLASTOS DE ARENITA		GRUPO BARROSO	W-ch10
TODAS		GRUPO BARROSO	W-10m
PROCLASTOS		GRUPO BARROSO	W-10m
POMEZ BACITICO		GRUPO BARROSO	W-10m
FLUJO DE BLOQUE Y CLASTOS MASIVOS, PROCLASTOS		GRUPO BARROSO	W-10m
LUTITAS OSCURAS, ARENICAS CARBONAS Y CARBONERAS		FORMACION LABNA	W-la
CALIZAS, LINDARCILLAS CALIZAS Y ARENICA CALIZAS		FORMACION SOCOSANI	W-so
ARENITA VITRULAR		GRUPO BARROSO	W2-tolag
PROCLASTOS DE ARENITA, CENIZA LITICA, POMEZ		GRUPO BARROSO	W2-tolag
TODA DE CRISTALES		GRUPO BARROSO	W-a10v
PROCLASTOS DE ARENITA		GRUPO BARROSO	W-10m
PROCLASTO DE ARENITA, POMEZ Y LITICO		GRUPO BARROSO	W2-p10d
TODA ANDÉSITICA		GRUPO BARROSO	W-y10a
TODA CRISTALOCÁLICA BARRAS VIELAZA		GRUPO BARROSO	W-c10m
LUTITAS CON INTERCALACION DE CALIZAS GRISES		FORMACION GRAMABAL	W-gr
TODA BACITICA ROSADA		VOLCANICO PUMPURO	W-p10
TUNDAS Y LAVAS DE COMPOSICION TRINQUITA, ARENITA		GRUPO BARROSO	W2-l0v
SINTES		DEPOSITO DE SINTES	S
LUTITAS GRISES CARBONICAS		FORMACION CACHO	W-ca
GRABITO PORFIRICO		INTRUSIVO CANLLAVINTE	W-c10v/gp
TODA CRISTALOCÁLICA		GRUPO BARROSO	W2-ch10m
CONGLOMERADOS CON CLASTOS DE BOCA VOLCANICA, SEGUNDA PER LUTITAS Y CALIZAS FOSFORAS		FORMACION PELLASO	L-pe
CONGLOMERADOS Y ARENICAS ORO OSCURA		FORMACION MULLO	W-m
TODAS		GRUPO BARROSO	W2-l0m
TODAS LAPILLI		GRUPO BARROSO	W2-est1v
FLUJO PROCLASTICO		GRUPO BARROSO	W-c10
TODA BODADA, CON POMEZ, LITICOS, COARDO Y BODITA		TODA PACSA	W-pa
TODAS INTERCALADAS CON NEULES DE CONGLOMERADO Y ARENICAS		FORMACION WAVILLAS INFERIOR	Wm-wj-1
CONGLOMERADOS POLIMETICOS		CONGLOMERADO CALBERTA	W-pa
CONGLOMERADOS Y ARENICAS CALIZAS CON AMIBANTE CLASTO DE CALIZA, INTERCALACION DE LIMOLITAS CON CALIZAS FOSFORAS		FORMACION SAN FRANCISCO	W-sf
ARENICAS COARDO-TICAS INTERCALADAS CON LUTITAS NEGRAS A GRES OSCURA		FORMACION CHACABAMANE	W-chu
CONGLOMERADOS CON CLASTOS DE COARDO, LUTITAS NEGRAS CON ARENICAS CALIZAS FOSFORAS		GRUPO BARRAS	C-m
SINTES Y ARENITAS MAL SELECCIONADO EN MANTRO, LINDARCILLAS		DEPOSITO ALUVIAL 1	W-al-1
FRAGMENTOS ANGULOSOS A SUBANGULOS, DIAMETRO VARIABLE EN MANTRO		DEPOSITO ALUVIAL 2	W-al-2
GRAVILES Y ARENITAS		DEPOSITO ALUVIAL 3	W-al-3
NEO		DEPOSITO DE YERBA	Y
ALTERACION HEDROTHERMAL		ZONA DE ALTERACION	W
CONGLOMERADOS POLIMETICOS EN MANTRO ARENITA LINDA INCOMPLETADA		DEPOSITO ALUVIAL 1	W-al-1
ARENITAS Y LUTITAS DE CENIZAS VOLCANICAS		DEPOSITO DE CENIZA	W-c
TODA BODADA NEOLITICA		GRUPO BARROSO	W2-est1v
FLUJO DE BLOQUES Y CLASTOS		GRUPO BARROSO	W-a10v
FLUJO DE ESCORPIO		GRUPO BARROSO	W2-tolag
INTERCALACION DE LIMOS, ARENITAS Y NEULES DRAMANDI		DEPOSITO DE BARRAS	W-b
ARENAS, GRAVILES Y CENIZAS VOLCANICAS		DEPOSITO ELIUMAL	W-el
ARENAS SIN CLASIFICADAS		DEPOSITO ELUICO	W-e
CONGLOMERADOS, ARENITAS Y LIMOS		DEPOSITO ELIUMAL	W-el
ARENAS, CONCRETAS Y CLASTOS POLIMETICOS		DEPOSITO BARRAS	W-b
BARRAS		BARRAS	W-b
LAVAS		LAVAS	LA-LINA

Elaboración Equipo técnico 2015

REGION TACNA



Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



Mapa 2.8: de susceptibilidad de la variable litológica en la Región de Tacna  
Elaboración: Equipo técnico, 2015  
REGION TACNA

La figura N° 07 presenta el nivel de estabilidad ante la degradación natural; donde las coloraciones de rojas a naranjas, corresponden a sectores cuyas características litológicas reflejan niveles de susceptibilidad muy alta a alta (correspondientes a los valores de susceptibilidad) lo cual representan zonas con condiciones inestables, donde la mayoría depósitos inconsolidados, entre ellas depósitos aluviales, compuesto por grandes boleas, gravas, arenas con muy poca matriz de material fino; depósito fluviales, constituidos por sedimentos, boleas, cantos, grava, gravilla, arena y matriz arena limosa; depósitos marinos, constituida por gravas y gravillas sueltas y en algunos sectores por acumulaciones de arenas intercaladas con gravas redondeadas contiene evaporitas (sales que generalmente se consideran como el resultado de la evaporación de mares antiguo) y finalmente los ríos, constituidos por sedimentos, bloques, cantos, grava. Gravilla, arena y matriz arena limosas. Estos depósitos no consolidados se comportan con mayor susceptibilidad al movimiento de materiales en grandes volúmenes.

## Síntesis

**Cuadro 2.7 Síntesis**

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy alta	Intercalación de limos, arenas y niveles orgánicos de los depósitos de bofedal; arenas, gravas y ceniza de los depósitos eluvial, areniscas bien clasificadas de depósito eólico, conglomerados, arenas y limos del depósito fluvial y depósitos marinos. Se presentan condiciones muy inestables ante los aspectos condicionantes y fácilmente erosivas, por lo tanto de Muy alta susceptibilidad.
4	Alta	Arenas y limos de cenizas volcánicas, conglomerados polimicticos inconsolidada, flujo de bloques y clastos, gravas y arenas, toba brecha riolítica, yeso, depósitos morrénicos. Se presentan condiciones poco inestable ante los aspectos condicionantes y fácilmente erosivas, por lo tanto de Alta susceptibilidad.
3	Media	Piroclástico de arenas, brechas piroclásticos, flujos de boques y clastos andesíticos, tobas litocristalinas y riolíticas del Grupo Barroso; conglomerado con clastos en matriz arenoarcillosas y conglomerados con lentes de arenisas y limolitas del Grupo Moquegua; lutitas intercaladas con calizas y lutitas grises carbonosas del Grupo Yura, lavas andesíticas con niveles de aglomerados de la formación Chocolate. Se presentan condiciones moderadamente estables ante los aspectos condicionantes y erosivas, por lo tanto de Moderada susceptibilidad.
2	Baja	Andesitas vesiculares, andesitas porfíricas y tobas vitrolíticas, secuencias de lavas de traquitas, riolitas porfíricas y brecha polimictica del Grupo Barroso formados en el Neogeno-Cuaternario; areniscas y arcosas intercaladas con colcanoclasticas, areniscas con intercalaciones de calizas y lutitas de las formaciones Chulluncane Sotillo; secuencias de limolitas, areniscas cuarzosas intercalas con calizas silicificadas del Grupo Tacaza; volcánicos andesíticos y riolitas intercalaciones de conglomerados y areniscas ddel Grupo Toquepala; rocas graníticas y dacíticas, granodiorita con dioritas cuerpos plutónicos como llo y otros no diferenciados. Se presentan condiciones estables ante los aspectos condicionantes y poco erosivas, por lo tanto de Baja susceptibilidad.
1	Muy Baja	Comprende rocas andesíticas de textura afanítica, porfírica y microporfírica en forma de lavicas y domicas, andesitas basálticas, dacita, latita, riolitas, traquiandesita porfíricas del Grupo Barroso depositados durante el Neogeno- Cuaternario; granodiorita, sienogranito, monzonitas del batolito de la Costa emplazados durante el Cretaceo superior y paleogeno, y las rocas más antiguas como ortogneis y pegmatitas de la Cordillera de la Costa del Precambriano. Se presentan condiciones muy estables ante los aspectos condicionantes y difícilmente erosivas, por lo tanto de Muy baja susceptibilidad.

Elaboración Equipo técnico 2015

REGION TACNA

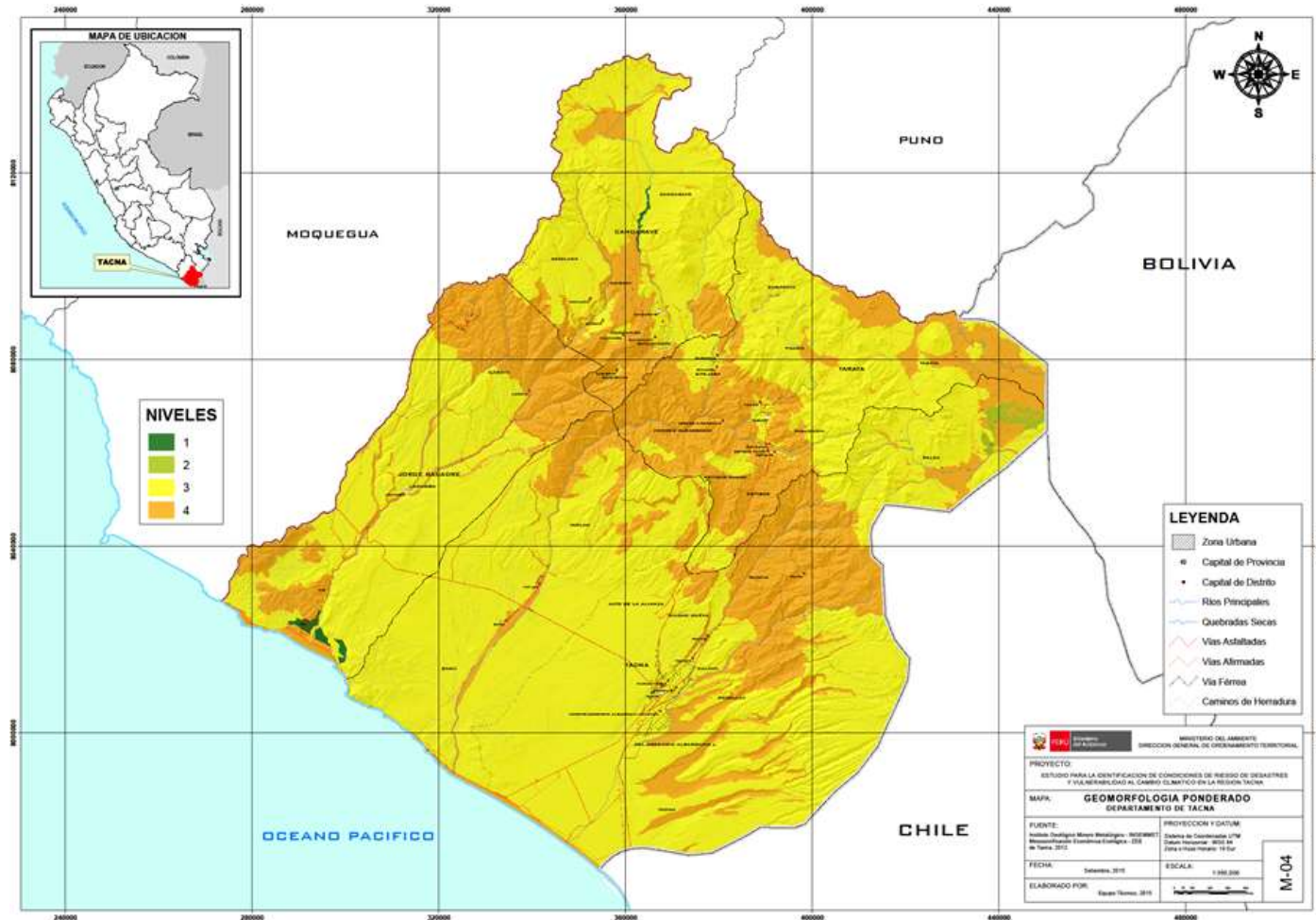
## Geomorfología

La variable geomorfológica se analizó a partir de las características del relieve relacionado con su pendiente y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y procesos marina, fluvial, periglaciario, como la escorrentía superficial, erosión eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente. Asimismo, la ponderación se realizó de 1 al 5, considerando a las terrazas aluviales de relieve plano son menos susceptibles (1) a sufrir modificaciones superficiales por flujos detríticos, mientras las topografías pronunciadas son más susceptibles (5) a modificaciones.

Cuadro N° 2.8 Ponderación de la variable morfología en la Región Tacna

Ponderación	Morfología
1	Terraza $t_3$
	Valle periglaciario
2	Llanura fluvial
	Terraza periglaciario
3	Abanico
	Abanico periglaciario
	Cerros bajos
	Colina
	Cono de deyección
	Piedemonte periglaciario
	Terraza $t_1$
	Terraza $t_2$
	Llanura
	Vertiente de Montaña
Montaña periglaciario	
4	Borde litoral
	Llanura periglaciario
	Talud
	Terraza marina
	Terraza $t_0$
	Valle fluvial
	Montañas de rocas volcánicas
	Montañas de rocas metamórficas
Montañas de rocas sedimentarias	
5	Playa marina

Elaboración Equipo técnico 2015



Mapa 2.9 de susceptibilidad de la variable geomorfología de la Región de Tacna

REGION TACNA

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

---

Elaboración: Equipo técnico, 2015

REGION TACNA

## Síntesis

Cuadro 2.9 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy Alta	Playa marina; corresponde a modelo de paisaje de condiciones muy inestables ante los procesos marinos, por lo tanto de Muy alta susceptibilidad a la degradación natural.
4	Alta	Borde litoral, terraza marina, talud, terrazas bajas, montañas de rocas metamórficas volcánicas y sedimentarias y llanura periglaciaria; corresponde a modelo de paisaje de condiciones inestables ante las condiciones externas como los procesos marino, fluvial y eólico, erosión hídrica, climático y tectónico y periglaciaria, por lo tanto de alta susceptibilidad a la degradación natural.
3	Media	Abanico, Cono de deyección, terrazas fluviales altas y medias, colinas, cerros bajos, vertiente de montañas, modelos de origen periglaciario como abanico y piedemonte; corresponde a modelos de paisaje de condiciones moderadas ante los procesos fluviales, erosión hídrica y tectónico, periglaciarios, por lo tanto de Moderada susceptibilidad a la degradación natural.
2	Baja	Llanura fluvial y terraza periglaciaria; corresponde a modelo de paisaje estables ante las condiciones externas como los procesos fluvial y periglaciario por lo tanto de baja susceptibilidad a la degradación natural.
1	Muy baja	Terraza aluvial alta y valle periglaciario, corresponde a modelos de paisaje muy estables ante las condiciones externas como los procesos fluviales y periglaciarios, por lo tanto de Muy baja susceptibilidad a la degradación natural.

Elaboración Equipo técnico 2015

## Fisiografía

La ponderación del 1 al 5, considerando que las planicies aluviales a terrazas tienen un comportamiento muy estable y difícilmente erosivas, son zonas de baja susceptibilidad (1) a la degradación natural. Mientras que las Laderas de montañas o colinas, presentan un comportamiento muy inestable y fuertemente erosivo son muy susceptibles (5) a la degradación natural.

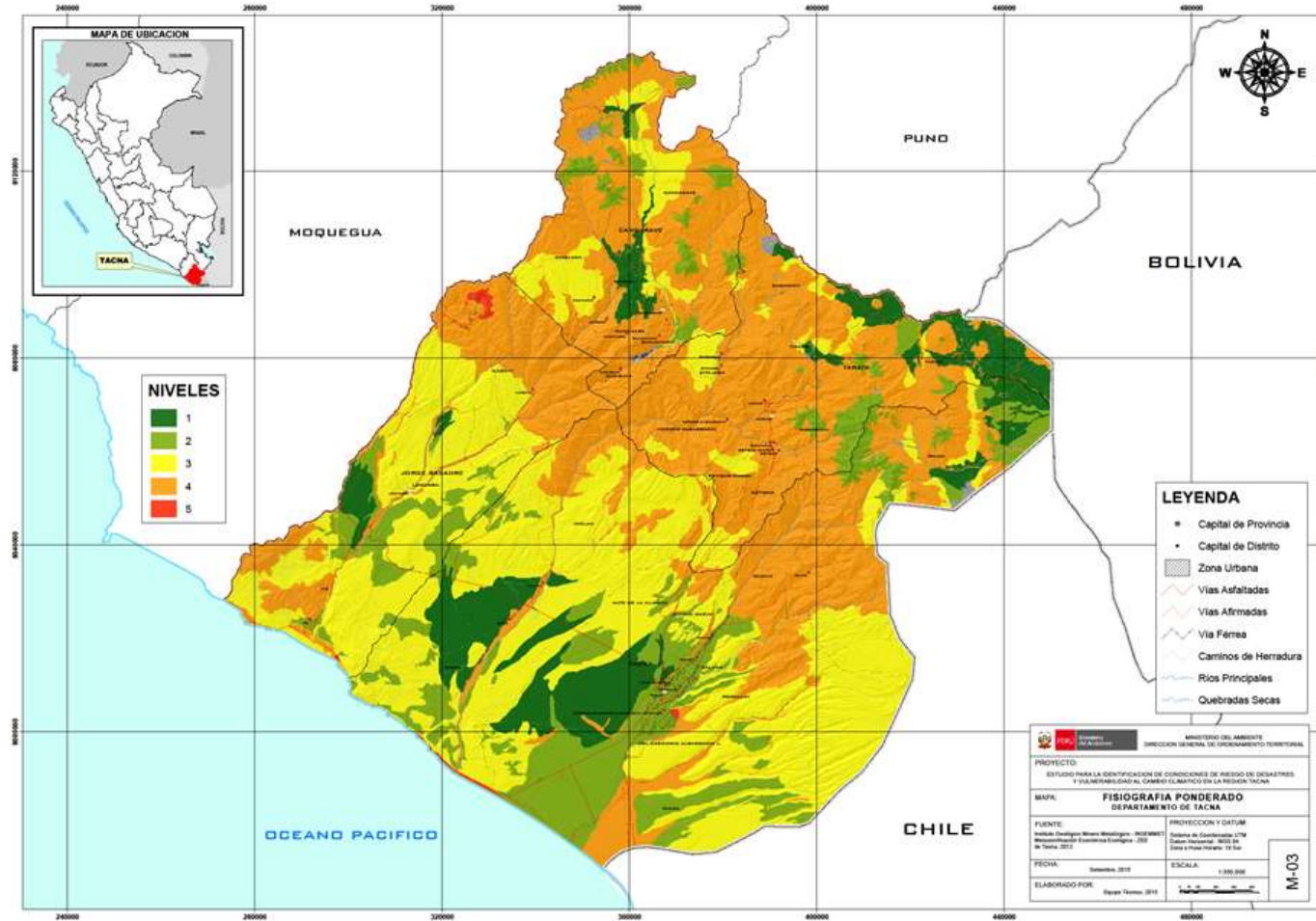
En la figura N° 09 se presenta el resultado de la ponderación de la variable fisiográfica, donde se evidencia el grado de susceptibilidad del territorio; las coloraciones de rojas a naranjas, corresponden a sectores cuyas características fisiográficas reflejan niveles de susceptibilidad muy alta, por ser zonas inestables, considerando su inestabilidad según el tipo de unidad fisiográfica, esta característica de inestabilidad se relaciona con el grado de degradación y las condiciones inestables de los materiales. Las unidades fisiográficas que presentan este comportamiento muy inestable tenemos las colinas disectadas, terrazas marinas, laderas de montaña sedimentarias, laderas de montañas de rocas intrusivas, terraza baja inundable, manto de arena, terraza baja inundable, dunas, playa.



### Cuadro N° 2.10 Ponderación de la variable morfología en la Región Tacna

PONDERACION	SUBPAISAJE
1	LLANURA ALUVIAL ONDULADO
	LLANURA ALUVIAL PLANA
	LLANURA FLUVIOGLACIAR
	VALLE GLACIAR EN U
2	LOMADA
	TERRAZA ALUVIAL
	ABANICO FLUVIOGLACIAR
	DEPOSITOS GLACIAR "DRUMLINS"
	DEPOSITOS FLUVIOGLACIAR "DRUMLINS"
	ABANICO ALUVIAL
	LLANURA LACUSTRE
	CONO DE DEYECCION
NEVADOS	
CIRCO GLACIAR	
3	ABANICO DE EXPLAYAMIENTO
	COLINAS ALTAS CON LADERAS LIGERAMENTE DISECTADA
	COLINAS ALTAS CON LADERAS DISECTADA
	COLINAS ALTAS CON LADERAS FUERTEMENTE DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA DISECTADA
	DELTA
	TALUD
	TERRAZA FLUVIAL ALTA
	VALLE FLUVIAL ESTRECHO
	TERRAZA FLUVIAL MEDIA
	LLANURA ALUVIAL DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA LIGERAMENTE DISECTADA
	COLINAS BAJAS CON LADERA FUERTEMENTE DISECTADA
	PEDIMENTO
PIEDEMONTE	
4	ESCARPES
	LADERAS DE MONTAÑA TERRACEADA
	LAGUNA DE SEDIMENTACION
	MONTAÑA DE MATERIAL METAMORFICO CON LADERA MUY EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL SEDIMENTARIO CON LADERA MUY EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS EMPINADA
	MONTAÑA DE MATERIAL VOLCANICO CON LADERAS MUY EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS MODERADAMENTE EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS EMPINADA
	MONTAÑA GLACIAR CON LADERAS MUY EMPINADA
	SUPERFICIES HIDROMORFICAS
	TERRAZA MARINA
VALLE ESTRECHO	
TERRAZA FLUVIAL BAJA	
5	CANTERA
	PLAYA MARINA
	LAGUNA

Elaboración Equipo técnico 2015



Mapa 2.10: de susceptibilidad de la variable fisiografía en la Región de Tacna  
Elaboración: Equipo técnico, 2015  
REGION TACNA

## Síntesis

### Cuadro 2.11 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy alta	Cantera y playa marina. Se comportan de manera muy inestable y fácilmente erosiva; por lo tanto de Muy baja susceptibilidad a la degradación natural.
4	Alta	Escarpes, laderas de montaña terraceda, montaña de material metamórfico con ladera muy empinada, montaña de material sedimentario con ladera muy a moderadamente empinada, montaña de material volcánico con ladera muy a moderadamente empinada, montaña glaciar con ladera muy a moderadamente empinada, superficies hidromórficas, terraza marina, valle estrecho y terraza fluvial baja. Se comportan de manera inestable y altamente erosiva; por lo tanto de alta susceptibilidad a la degradación natural.
3	Media	Abanico de explayamiento, colinas altas con laderas disectadas, colinas bajas con laderas disectadas, delta, talud, terraza fluvial alta y media, valle fluvial estrecho, llanura aluvial disectada, pedimento y piedemonte. Se comportan de manera moderadamente estable y erosivas; por lo tanto de Moderada susceptibilidad a la degradación natural.
2	Baja	Lomada, terraza aluvial, abanico fluvio-glaciar, depósitos glaciar "drumlins", depósitos fluvio-glaciar "drumlins", abanico aluvial, llanura lacustre, cono de deyección, nevados y circo glaciar. Se comportan de manera estable y erosiva; por lo tanto de baja susceptibilidad a la degradación natural.
1	Muy Baja	Llanura aluvial ondulada y plana, llanura fluvio-glaciar y valle glaciar. Se comportan de manera muy estable y difícilmente erosivas; por lo tanto de Muy baja susceptibilidad a la degradación natural.

Elaboración Equipo técnico 2015

#### Edafología - Suelos

La variable Suelo se analizó en relación a su profundidad, textura y constitución química de los suelos, considerando que suelos profundos, con una constitución granulométrica (textura) adecuada: francos a franco arenoso, areno limoso, resistencia a la degradación física natural, son de baja susceptibilidad (1) a la erosión de suelos. Mientras, los suelos superficiales a muy superficiales, con una constitución granulométrica (textura) muy gruesa: arenosos, arena gruesa, con un desarrollo incipiente, con muy baja resistencia a la degradación física natural, son muy susceptibles (5) a fuertes procesos de erosión eólica o hídrica.

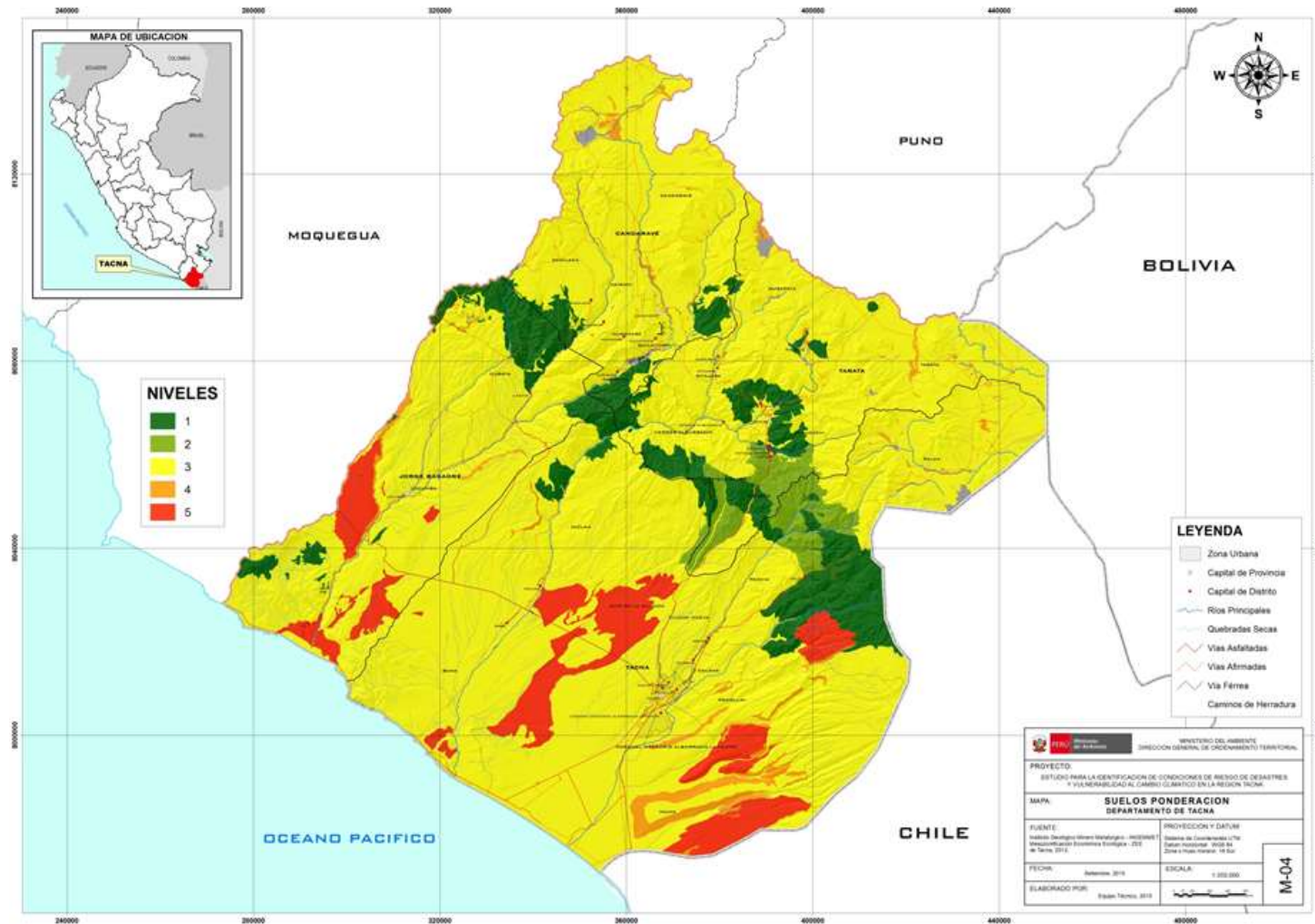
Cuadro N° 2.12 Ponderación de la variable suelo en la Región Tacna

PONDERACION	ORDEN	SUB_ORDEN	GRAN_GRUPO
1	MISCELANEO ROCA	MISCELANEO ROCA	MISCELANEO ROCA
	TALUD ROCA	TALUD ROCA	TALUD ROCA
	MISCELANEO TALUD	MISCELANEO TALUD	MISCELANEO TALUD
2	ENTISOL	ARENT	TORRIARENT
	ENTISOL	ARENT	USTIARENT
	ENTISOL	ARENT	XERARENT
3	ANDISOL	USTAND	HAPLUSTAND
	ARIDISOL	CAMBID	HAPLOCAMBID
	ENTISOL	ORTHENT	CRYORTHENT
	INCEPTISOL	ANDEPT	EUTRANDEPT
	ENTISOL	AQUENT	HAPLAQUENT
	ENTISOL	XERAND	HAPLOXERAND
	ENTISOL	PSAMMENT	QUARTZIPSAMMENT
	INCEPTISOL	CRYEPT	EUTROCRYEPT
	ENTISOL	FLUVENT	TORRIFLUVENT
	ANDISOL	XERAND	HAPLOXERAND
	ENTISOL	ORTHENT	TORRIORTHENT
	ENTISOL	PSAMMENT	TORRIPSAMMENT
	INCEPTISOL	OCHREPT	USTOCHREPT
	USTOCHREPT	OCHREPT	USTOCHREPT
	ENTISOL	PSAMMENT	USTIPSAMMENT
	ENTISOL	ORTHENT	USTORTHENT
	INCEPTISOL	USTEPT	HAPLUSTEPT
	ENTISOL	PSAMMENT	XEROPSAMMENT
	ENTISOL	ORTHENT	XERORTHENT
	4	HISTOSOL	FIBRIST
5	ARIDISOL	SALID	HAPLOSALID
sin valor	LAGUNA	LAGUNA	LAGUNA

Elaboración Equipo técnico 2015

La figura N° 09 representa el resultado de la ponderación de la variable Suelo, donde se evidencia el nivel de susceptibilidad física del territorio; el color roja, corresponden a sectores cuyas características de sus suelos reflejan niveles de susceptibilidad muy alta y alta, por ser zonas inestables, considerando su inestabilidad aquellos suelos muy susceptibles a la erosión, de acuerdo a su taxonomía vendrían a ser los Aridisol y Histosol respectivamente.

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



Mapa 2.11: de susceptibilidad de variable suelo en la Región de Tacna

Elaboración: Equipo técnico, 2015

REGION TACNA

## Síntesis

Cuadro 2.13 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy alta	Suelos de la suborden salid y orden aridosol, presentan condiciones muy inestables a los agentes externos, por lo tanto se consideran de Muy alta susceptibilidad ante la degradación natural.
4	Alta	Suelos de las suborden fibrist y orden histosol presentan condiciones inestables a los agentes externos, por lo tanto se consideran de Baja susceptibilidad ante la degradación natural.
3	Media	Suelos de las subordenes ustand, cambio, orthen, andept, aquent, xerand, psamment, cryept, fluent, ochrept y ustept presentan condiciones moderadamente estables a los agentes externos, por lo tanto se consideran de Moderada susceptibilidad ante la degradación natural.
2	Baja	Suelos de la suborden arent y orden entisol presentan condiciones estables a los agentes externos, por lo tanto se consideran de Alta susceptibilidad ante la degradación natural.
1	Muy Baja	Suelos de las subordenes miscelaneo roca, talud roca y miscelaneo talud presentan condiciones muy estables a los agentes externos, por lo tanto se consideran de Muy baja susceptibilidad ante la degradación natural.

Elaboración Equipo técnico 2015

### 2.3.5 Cobertura vegetal

En la susceptibilidad del territorio de la Variable Cobertura Vegetal, se consideró las características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo. De esta manera, la abundante vegetación, tiene mayor capacidad de proteger a los suelos de los efectos erosivos, dándoles mayor estabilidad y manteniendo la forma del relieve, por lo tanto se considera una susceptibilidad baja (1) ante los agentes externos. Mientras, los suelos de escasa o nula vegetación, tiene un nivel de protección mínimo conllevando a elevar los niveles de susceptibilidad (5).

Cuadro N° 2.14 Ponderación de la variable cobertura vegetal en la Región Tacna

VALORACION	COBERTURA NATURAL	ESTADO FOLLAJE
1	MATORRAL DESERTICO	PERENNIFOLIOS
	SUCULENTAS-MATORRAL	PERMANENTES
	HERBAZAL(PAJONAL)-MATORRAL(TOLAR)	PERMANENTE
	MATORRAL-SUCULENTAS	PERMANENTES
	HERBAZAL-HUMEDAL	PERMANENTE
	HERBAZAL-BOFEDAL	PERMANENTE
2	ACTIVIDAD AGROPECUARIA	-
	HERBAZAL-LOMAS	TEMPORAL
	HERBAZAL-TILLANDSIAL	PERMANENTE
	SUCULENTAS-CACTACEAS	PERMANENTES
	BOSQUES-TARA	CADUCIFOLIOS
	BOSQUE-CARZO	PERENNIFOLIOS
	BOSQUES-QUEDOALES	PERENNIFOLIOS
	GLACIARES	-
3	CENTRO POBLADO	-
4	ACTIVIDAD MINERA	-
5	NIVAL	-
	ESCASA O NULA VEGETACION	-
	DESIERTO COSTERO	-
	AGUA	-

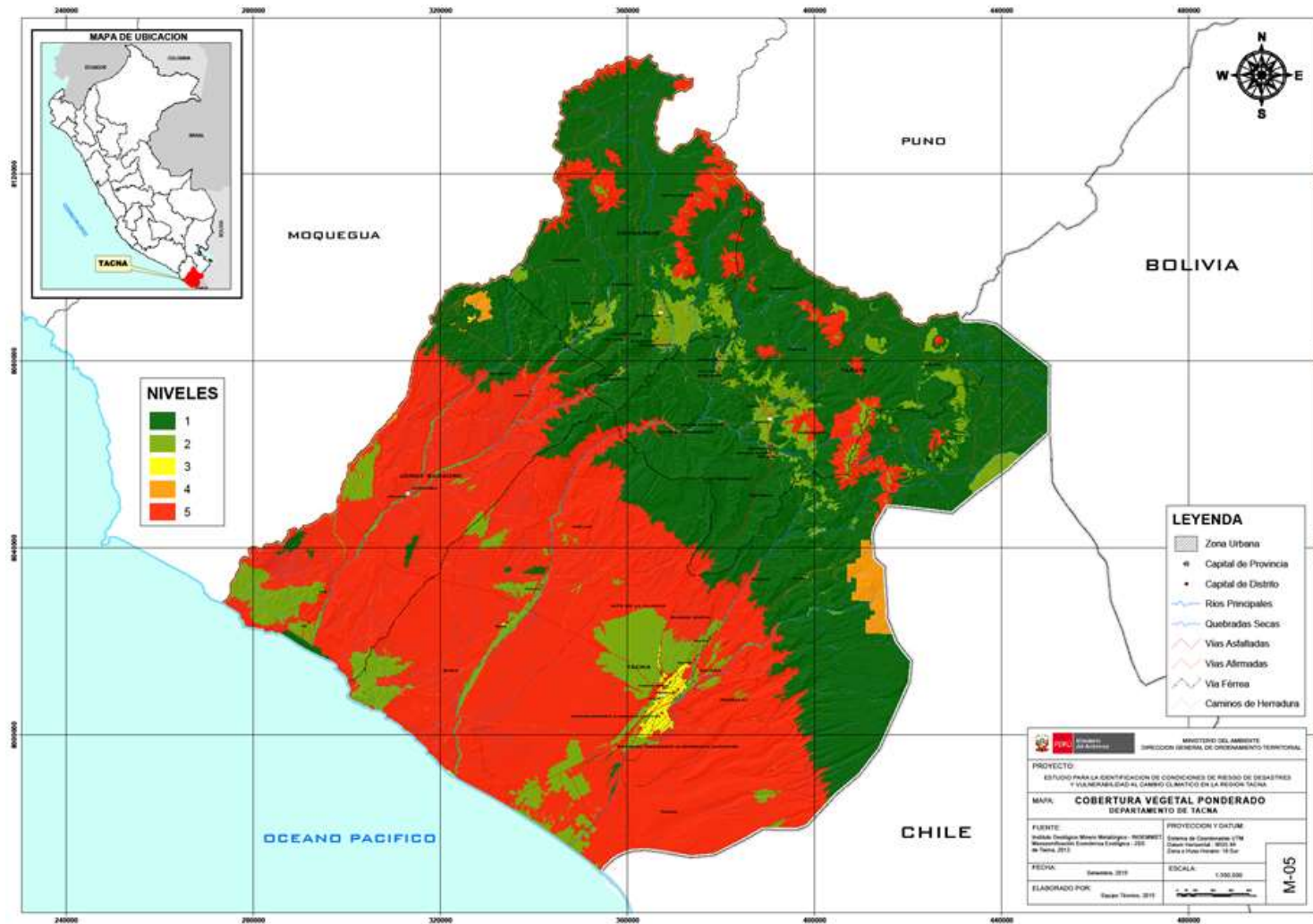
Elaboración Equipo técnico 2015

La figura N° 10 representa el resultado de la ponderación de la variable Cobertura Vegetal. Los colores: rojo y anaranjado, corresponden a sectores cuyas características por la cobertura vegetal definen niveles de susceptibilidad muy alta y alta (correspondientes a los valores de mayor susceptibilidad), por ser zonas inestables. Las unidades de cobertura vegetal que presentan este comportamiento muy inestable lo encontramos en las áreas de escasa o nula de vegetación, desierto costero.

REGION TACNA



Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



Mapa 2.12: de susceptibilidad de la variable cobertura vegetal de la Región de Tacna

REGION TACNA

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

---

Elaboración: Equipo técnico, 2015

REGION TACNA

## Síntesis

### Cuadro 2.15 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy Alta	Escasa o nula vegetación, desierto costero y nival. Se comportan de manera muy inestables, la densidad de recubrimiento es muy baja, disminuye la protección del suelo frente a los agentes erosivos, por lo tanto son de Muy baja susceptibilidad.
4	Alta	Actividad minera. Se comportan de manera inestable, con baja densidad de recubrimiento y disminuye la protección del suelo frente a los agentes erosivos, por lo tanto son de Alta susceptibilidad
3	Media	Centro poblado; se comportan de manera moderadamente estable, disminuye la protección del suelo frente a los agentes externos; por lo tanto son de moderada susceptibilidad.
2	Baja	Actividad agropecuaria, cobertura de herbazal-lomas, herbazal-tillandsial, suculentas-cactáceas, bosques-tara, bosques-carzo, bosques-queñoales: se comportan de manera estable y poco erosivas, recubren densamente el suelo y protegen frente a los agentes externos; por lo tanto son de Baja susceptibilidad a la degradación natural.
1	Muy baja	Cobertura vegetal de matorral desértico, suculentas-matorral, herbazal (pajonal-matorral (toral), matorral-suculentas, herbazal-humedal, herbadal-bofedal); se comportan de manera muy estable y difícilmente erosiva, recubren densamente el suelo y protegen frente a los agentes externos; por lo tanto son de Muy baja susceptibilidad.

Elaboración Equipo técnico 2015

#### Condiciones climáticas

Para definir la susceptibilidad física en relación a la variable precipitación pluvial, se realizó la ponderación de 1 al 5, y se analizó los niveles de precipitación en relación a su impacto erosivo. Es decir, al ocurrir precipitaciones muy intensas y prolongadas en escenarios con alta pendiente pueden desencadenar flujos de lodo y alto grado de erosión, por lo tanto habrá mayores niveles de susceptibilidad (5). Mientras donde no llueve o llueve poco el nivel de erosión sería nulo a casi nulo, considerándose un nivel de susceptibilidad baja (1).

#### Cuadro N° 2.16 Ponderación de la variable cobertura vegetal en la Región Tacna

PONDERACION	PRECIPITACION PLUVIAL
1	20 - 30
2	50 - 100
	30 - 50
	20 - 30
	10 - 20
3	100 - 200
4	300 - 400
	200 - 300
5	> 400

Elaboración Equipo técnico 2015

La figura N° 11 representa los resultados de la ponderación de la variable Clima (PP), considerando que la susceptibilidad es baja en la medida que la precipitación es mínima. Los colores rojo y anaranjado, corresponden a sectores de niveles altos de susceptibilidad por ser zonas propensas a fuertes precipitaciones, considerando su inestabilidad a aquellas zonas que presentan precipitaciones con valores superiores a 400 mm.

## Síntesis

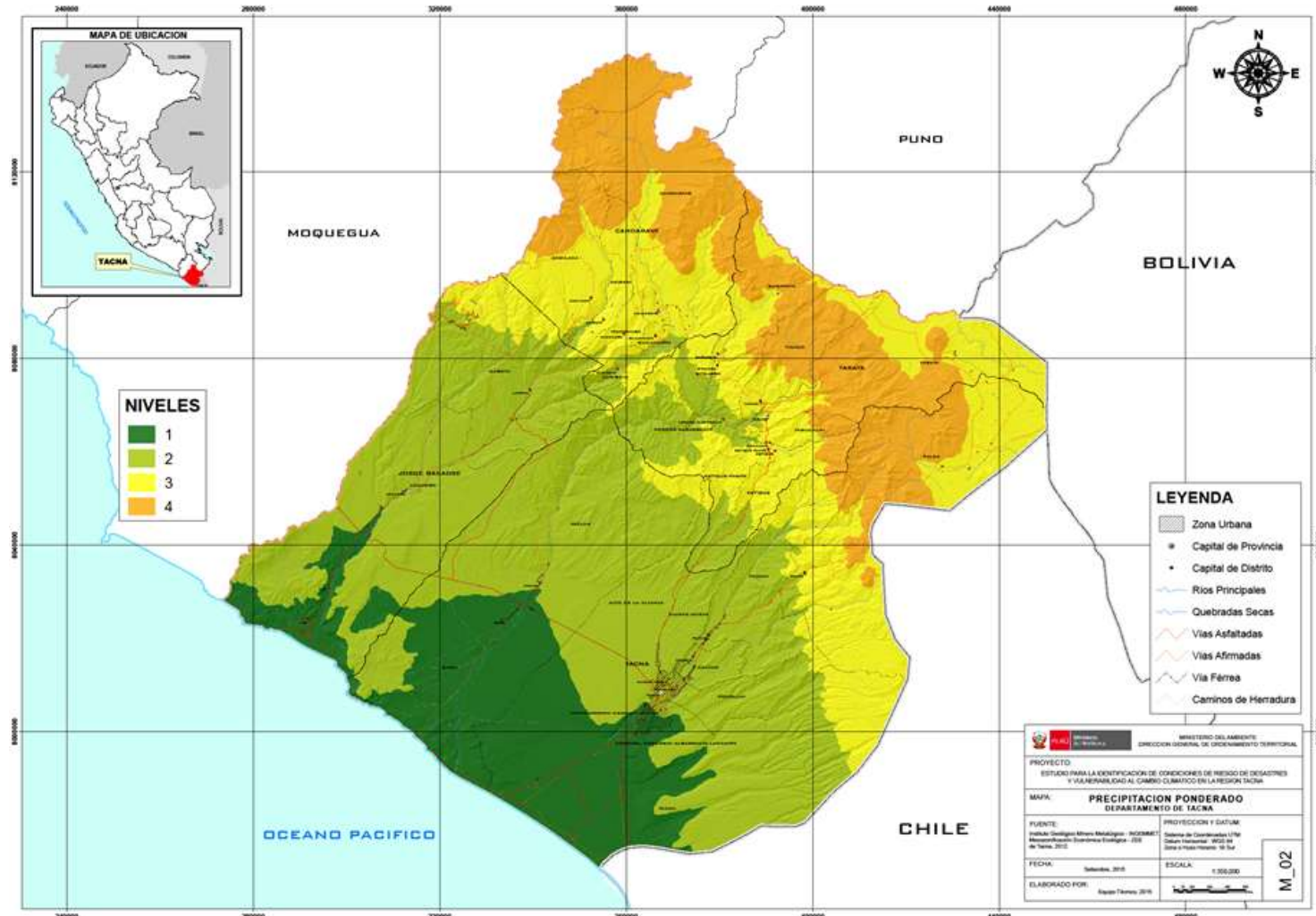
Cuadro 2.17 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy alta	Precipitación mayor a 400mm, corresponde a zonas subhúmedas, se comportan con muy alta capacidad de erosión, por lo tanto son consideradas de Muy alta susceptibilidad para generar degradación natural.
4	Alta	Precipitación de rango entre 200 - 400mm, corresponde a zonas semi subhúmedas, se comportan con alta capacidad de erosión, por lo tanto son consideradas de alta susceptibilidad para generar degradación natural.
3	Media	Precipitación de rango entre 100 - 200mm, corresponde a zonas semi áridas, se comportan con moderada capacidad de erosión, por lo tanto son consideradas de moderada susceptibilidad para generar degradación natural.
2	Baja	Precipitación de rango entre 10 - 100mm, corresponde a zonas áridas, se comportan con baja capacidad de erosión, por lo tanto son consideradas de baja susceptibilidad para generar degradación natural.
1	Muy Baja	Precipitación menor 10mm, corresponde a zonas áridas, se comportan con muy baja capacidad de erosión, por lo tanto son consideradas de Muy baja susceptibilidad para generar degradación natural.

Elaboración Equipo técnico 2015



Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



Mapa 2.13: de susceptibilidad de la variable precipitación pluvial de la Región de Tacna

REGION TACNA

Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

---

Elaboración: Equipo técnico, 2015

REGION TACNA

## Pendiente

Para definir la susceptibilidad física en relación a la variable pendiente, se realizó la ponderación de (1) al (5), y se analizó los niveles de susceptibilidad considerando el drenaje y la capacidad de erodabilidad. Es decir, drenaje muy rápido se asocia una mayor capacidad de erodabilidad del proceso natural, por lo tanto habrá mayores niveles de susceptibilidad (5). Mientras un drenaje lento o nulo se asocia una menor capacidad de erodabilidad del proceso natural, considerándose un nivel de susceptibilidad bajo (1).

Cuadro N° 2.18 Ponderación de la variable pendiente en la Región Tacna

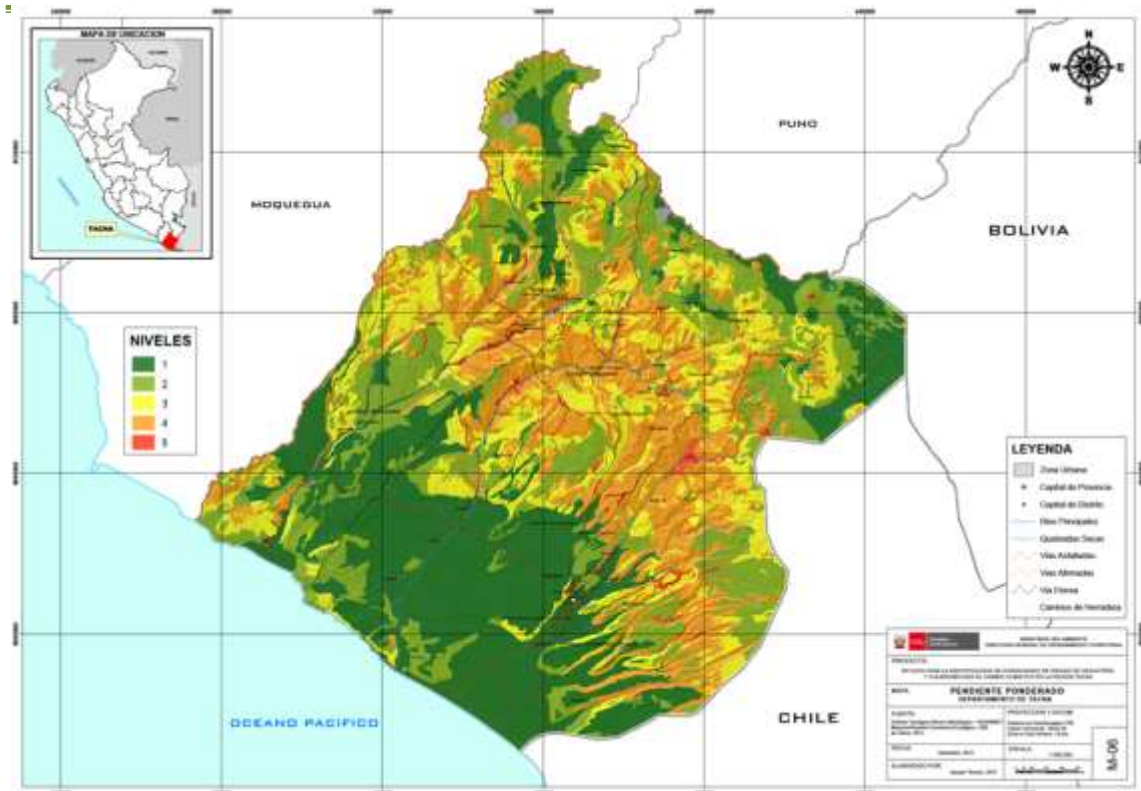
Nivel	Valoración	Grados	Descripción	Tipo de drenaje
Muy Baja	1	0° - 5°	Zonas llanas a suavemente inclinada	Nulo a lento
Baja	2	5° - 15°	Zonas con moderada inclinación	Medio
Moderada	3	15 - 30	Zonas empinada	Rápido
Alta	4	30° - 70°	Zonas muy empinada	Muy rápido
Muy Alta	5	Mayor 70°	Zonas escarpadas o abrupta	

Elaboración Equipo técnico 2015

La figura N° 12 representa los resultados de la ponderación de la variable pendiente, considerando que la susceptibilidad es baja en zonas llanas a suavemente inclinada. El color rojo y anaranjado, corresponden a sectores de niveles altos de susceptibilidad por ser zonas muy empinadas y abruptas, y color verde representa zonas llanas y corresponden a niveles muy bajo se susceptibilidad a la degradación natural.



Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Tacna, frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.



Mapa 2.14: de susceptibilidad de la variable pendiente en la Región de Tacna

Elaboración: Equipo técnico, 2015

### Síntesis

#### Cuadro 2.19 Síntesis

PONDERACION	NIVEL	CARACTERIZACION
5	Muy Alta	Pendiente mayor 70° correspondiente a zonas escarpadas o abruptas con tipo de drenaje rápido, se comportan de manera muy inestable y muy fácilmente erosivas; por lo tanto de Muy alta susceptibilidad a la degradación natural.
4	Alta	Pendiente entre 30° - 70° correspondiente a zonas muy empinadas con tipo de drenaje muy rápido, se comportan de manera inestable y fácilmente erosivas, por lo tanto de alta susceptibilidad a la degradación natural.
3	Media	Pendiente entre 15° - 30° corresponde a zonas empinadas con tipo de drenaje rápido, se comportan moderadamente estables y erosivas, por lo tanto de Moderada susceptibilidad a la degradación natural.
2	Baja	Pendiente entre 5° - 15° corresponde a zonas con moderada inclinación con tipo de drenaje medio, se comportan de manera estable y poco erosivas, por lo tanto de baja susceptibilidad a la degradación natural.
1	Muy baja	Pendiente entre 0° - 5° corresponde a zonas llanas a suavemente inclinada con tipo nulo a lento drenaje, or lo tanto de Muy baja susceptibilidad a la degradación natural.

## Niveles de susceptibilidad física a la degradación natural

### Importancia de las variables

Al considerar la importancia de cada variable se ha manejado los siguientes criterios:

- Identificación de los niveles de susceptibilidad física por variables
- Condiciones estables o inestables de los materiales (depósitos y macizos rocosos), frente procesos naturales que resultan en diferentes modelados de los rasgos físicos como respuestas a dichas condiciones.
- Influencia de los componentes como la precipitación pluvial, cobertura vegetal y el suelo en las condiciones de los materiales.

Considerando presentan aspectos que permiten agruparlas como internas y externas Las variables internas comprenden aquellas que presentan una cierta naturaleza, composición y organización, que no son homogéneos (aunque varían dentro unos márgenes) ni permanentes (aunque sus variaciones se producen a una escala temporal sumamente dilatada). Entre ellas: litología, geomorfología y fisiografía.

En las variables externas, la determinación de sus caracteres no interviene solo hechos o procesos relacionados con la estructura y la dinámica de la litosfera, sino que concurren acciones ligadas a elementos y fuerzas exteriores a la corteza terrestre. Entre ellas: precipitación pluvial, cobertura vegetal, suelo y pendiente. Así la variables internas se les ha ponderado con el valor de 2, mientras las variables externas con 1.

Cuadro N° 2.20 Importancia de las variables

VARIABLE	Símbolo	Peso
Geología	Ge	2
Geomorfología	Gm	2
Fisiografía	Fi	2
Pendiente	Pe	1
Clima (precipitación)	Cl	1
Cobertura	Co	1
Vegetación	Ve	1
Suelo	Su	1

---

## Modelo integrado

En los resultados obtenidos en este trabajo en referencia a los niveles de susceptibilidad de la región Tacna, se identificaron 5 niveles de susceptibilidad física ante los procesos de degradación natural: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

La representación de los resultados muestra los cinco niveles de Susceptibilidad Física:

### **Nivel Muy Alta**

El nivel de susceptibilidad muy alto conforma grandes sectores ubicados en el flanco disectado de la Cordillera de los Andes con laderas de pendiente moderada que varía a alta (pendiente muy empinada) al sur de región de Tacna, donde las rocas están sometidas a intensos procesos de erosión hídrica los que se intensifican por las laderas muy empinadas, los cuales se extienden a lo largo de los valles y terrazas aluviales y fluviales de los ríos Locumba, Sama y Caplina, donde yacen depósitos aluviales; otras se prolongan por las quebradas secas y conos aluviales donde yacen depósitos aluviales como en la provincia de Tacna; con sectores sin recubrimiento vegetal como el desierto costero. Hacia la provincia Jorge Basadre los afloramientos de roca son cubiertos por suelos torriorthent, mientras al sur de la provincia de Tacna se desarrolla una cobertura de suelos haplosalid, xeropsamment, ustorthent de moderada estabilidad a la degradación.

En la franja litoral, terraza y playa marina donde yacen depósitos marinos y eólicos, se localizan sectores longitudinales que se adaptan a la forma del litoral, con zonas suavemente inclinadas; este rasgo físico se encuentra cubierto por suelos como torrifluent y torriorthent de moderada estabilidad a la degradación natural.

### **Nivel Alta**

La mayor parte del territorio de la región Tacna presenta factores externos e internos que configuran una alta susceptibilidad ante los procesos de degradación natural, donde las rocas de origen ígneo plutónicas y volcánicas presentes componente mineralógicos susceptibles a procesos de erosión hídrica y climáticos, en tanto las rocas volcánicas predominantemente piroclásticas tienen empaquetaduras poco consolidadas; las rocas sedimentario se presentan en secuencias de rocas de diferente granulometría siendo que controla un comportamiento inestable; estas condiciones de las rocas se acentúan por los procesos naturales que configuran las laderas de montañas, colinas altas, taludes. Otros, son los depósitos inconsolidados aluviales y morrénicos que cubren los macizos rocosos, presentan comportamiento inestable por la distribución de sus componentes granos de grava y arena, en otros con granos de tamaño uniforme, todo lo cual definen el comportamiento inestable, que se acentúa por la erosión hídrica y eólica como por el proceso periglaciario.

---

El territorio presenta factores externos que acentúan la condición de alta susceptibilidad, como una cobertura vegetal como suculentas matorral, herbazal (pajonal)-matorral (tolar), áreas de escasa o nula vegetación hasta áreas de desierto costero; el suelo haplosalid que desarrolla una cobertura de desierto desértico, en igual forma se encuentra el quartzipsamment donde la cobertura es escasa, en tanto en los niveles periglaciares se presentan el eutrocryept donde se adapta un cobertura de pajonal y toral; por lo tanto las áreas presentan condiciones de inestabilidad antes la degradación natural.

### **Nivel Moderado**

El territorio de Tacna presenta un menor porcentaje de áreas con moderadas condiciones estables ante la degradación natural, que se distribuye irregularmente en la pampa costanera y en las altiplanicies. En las altiplanicies se presenta derrames lávicos andesíticos y dacíticos y tobas, donde los relieves configurados por los procesos periglaciares como las montañas con laderas empinadas, mientras en las pampas costaneras los depósitos aluviales tienen una constitución algo compacta de sus constituyentes y que ha controlado la acción de los procesos fluviales para desarrollar terrazas aluviales, donde se presentan moderadas condiciones estables ante los procesos naturales.

Además, estas condiciones de susceptibilidad del territorio se mantienen en las altiplanicies por los suelos como eutrocryept, quartzipsamment y haploxerand formados por la desintegración de las rocas, lo cuales siguen su proceso de desarrollo para establecer condiciones a la cobertura vegetal como suculentas-matorral, pajonales-tolar, los que siempre condicionados por las precipitaciones pluviales y la pendiente del terreno. En las pampas costaneras, la naturaleza de los depósitos ha logrado la formación de suelos haplosalid pero las condiciones áridas han predominado para una formación de desierto costero, donde el comportamiento litológico domina para establecer condiciones de moderada estabilidad ante la degradación natural.

### **Nivel Bajo**

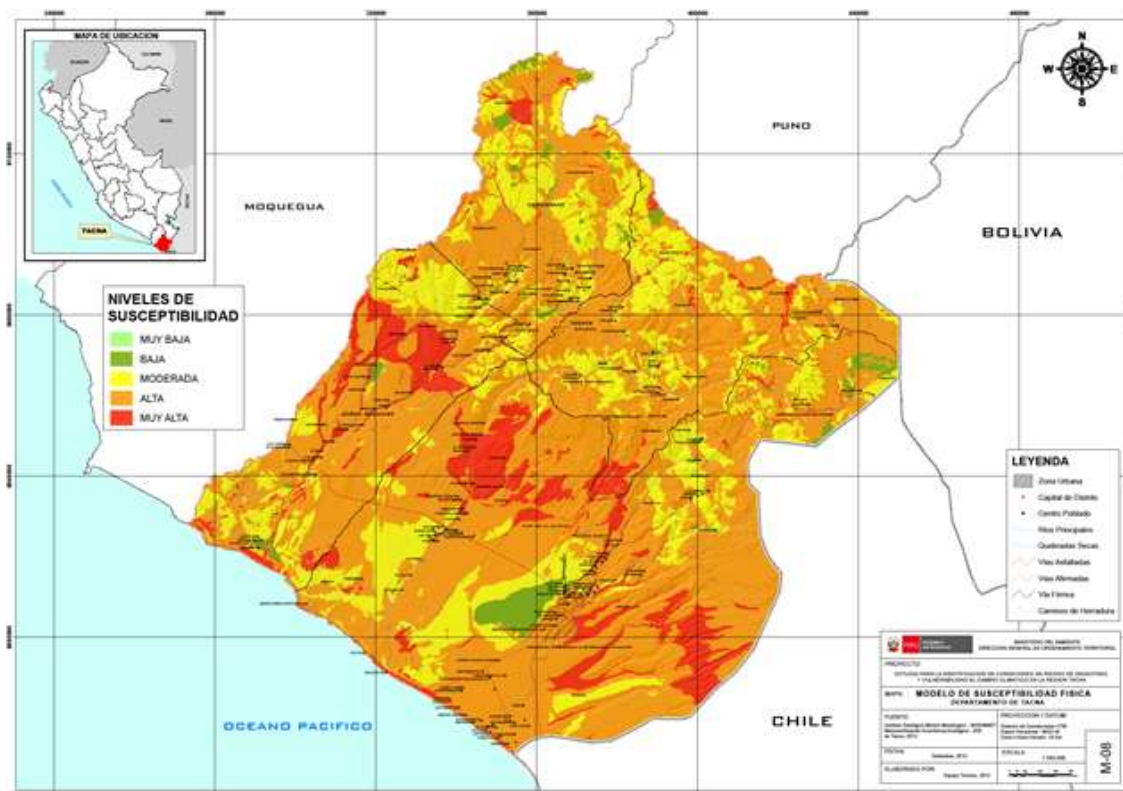
El territorio de Tacna presenta áreas reducidas con condiciones estables ante la degradación natural, las cuales están focalizadas en las altiplanicies y en las pampas costaneras. En las altiplanicies afloran rocas volcánicas piroclásticas soldadas con donde los procesos periglaciares han configurado laderas de montaña terraceda, y depósitos glaciar “drumlins, los cuales presentan condiciones estables ante la degradación natural. Mientras en las áreas de la pampa costanera afloran tobas soldadas cristalolíticas, donde los procesos tectónicos e hídricos han configurado relieves estables a los procesos de degradación.

La degradación de las rocas debido a los procesos glaciares han dado lugar a la formación de suelos como los eutrocryept y cryorthent con estructuras poco desarrollado, pero que ha permitido el desarrollo de una cobertura adaptada a clima húmedos y fríos como

pajonal-toral, y hacia el norte del territorio cobertura tipo nival; que ha mantenido las condiciones estables ante los procesos naturales. En tanto, en la pampa costanera, donde las condiciones de aridez la degradación de las rocas ha formado suelo torripsamment donde se ha adaptado una cobertura vegetal como tllandsial; logrando mantener la estabilidad de los materiales ante los agentes externos.

### Nivel Muy Bajo

El territorio de Tacna presenta área demasiado reducidas muy dispersas, muy estables a la degradación natural, que se distribuye a maneras de remanentes en la parte alta de la cuenca de los ríos Locumba y Caplina, donde yacen rocas volcánicas de textura afanítica, en áreas de circos glaciares desarrollados por procesos periglaciares. Presenta un suelo que corresponde la suborden de miscelaneo de roca, que por las climáticas húmedas se han adaptada una cobertura de tipo nival; de tal manera, que en dichas áreas se han establecido condiciones muy estables ante la degradación natural.



Mapa 2.15 de susceptibilidad física de la Región de Tacna  
Elaboración: Equipo técnico, 2015