UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE
"INGENIERÍA AGRÍCOLA"

"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA CUENCA DEL RÍO NEPEÑA 2017"

Presentado por:

Bach.: GABRIEL EMERSON LEONCIO GÓMEZ TRUJILLO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

HUARAZ – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ

ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los Miembros de Jurado de Tesis que suscriben, nombrados por Resolución N°143-2017-UNASAM-FCA/D, se reunieron para revisar el informe de Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola GABRIEL EMERSON LEONCIO GOMEZ TRUJILLO, denominada: **"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA CUENCA DEL RIO NEPEÑA 2017"**, y sustentada el día 10 de Agosto del 2017, por Resolución Decanatural N° 372-2017-UNASAM-FCA/D, lo declaramos CONFORME.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 10 de Agosto del 2017.

Ing. REMO CRISANTO GAYOSO ANTUNEZ
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. TITO MONER TINOCO MEYHUAY
SECRETARIO

Ing. AMANCIO SALAZAR GARAY
VOCAL

Ing. M. Sc. JOSE ALEJANDRO NARVAEZ SOTO
PATROCINADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis, presentada por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **GABRIEL EMERSON LEONCIO GOMEZ TRUJILLO**, denominada: **"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA CUENCA DEL RIO NEPEÑA 2017"**. Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

MUY BUENO

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el título de **INGENIERO AGRICOLA** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 10 de Agosto del 2017.

Ing. [illegible] CHISANTO BAYONA ANTUNEZ
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. TITO [illegible] TINOCO MEYHUAY
SECRETARIO

Ing. [illegible] MANCIO SALAZAR GARAY
VOCAL

Ing. M.Sc. JOSE ALEJANDRO [illegible] SOTO
PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis ésta debe ser calificada con términos de: SOBRESALIENTE, MUY BUENO, BUENO Y REGULAR.

“El verdadero signo de la inteligencia no es el conocimiento, sino la imaginación”

Albert Einstein

DEDICATORIA

A mi padre Leoncio Gómez Anaya, por su apoyo indondicional todo este tiempo, a mi madre Maximina Trujillo Levis, por su paciencia y cuidados en todos estos años.

A mis hermanos, Ray Gómez Trujillo por todo el apoyo moral que siempre necesite en todo este tiempo, a Franklin Gómez Trujillo por enseñarme a afrontar siempre los problemas con calma, y por ultimo a mi hermano menor, Benjamin Gómez Trujillo por que siempre estuvo a mi lado apoyandome en los momentos más dificiles.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a mi patrocinador, el Ing. José Alejandro Narváez Soto, por ayudarme y guiarme en la elaboración de esta tesis.

A toda mi familia, por su apoyo cariño, apoyo y comprensión, en todos estos años.

Al Ing. Ricardo Villanueva y al Ing. Helder Mallqui Meza, por todos los conocimiento inpartidos para el desarrollo de esta investigación.

A todos mis compañeros de las facultades de ciencias agrarias y ambiente, por permitirme ampliar mis conocimientos, para poder realizar esta tesis.

A mi alma mater la UNASAM, por todo los conocimientos adquiridos.

Y a todos los ingenieros que fueron mis maestros en la universidad.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
1.1 OBJETIVOS 2
1.1.1 Objetivo general 2
1.1.2 Objetivos específicos 2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 3
2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA: 3
2.2 MARCO TEÓRICO 4
2.2.1 Susceptibilidad física 4
2.2.2 Elementos expuestos 4
2.2.3 Vulnerabilidad 5
2.2.4 Niveles de vulnerabilidad 5
2.2.5 Vulnerabilidad física 5
2.2.6 Peligro/Amenaza 5
2.2.7 Principales peligros geológicos 5
2.2.8 Zonificación de la susceptibilidad física del territorio 13
2.2.9 Análisis de los peligros múltiples 17
2.2.10 Zonificación de amenazas por movimientos en masa 23
2.2.11 Susceptibilidad del terreno (St) 24
2.2.12 Factores de inestabilidad actual 24
2.2.13 Factores detonantes 25
2.2.14 Análisis de la vulnerabilidad física para los elementos expuestos 27
2.2.15 Herramientas, formatos y extensiones en el ArcGIS 27
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 29
III. MATERIALES Y MÉTODOS 32
3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: 32
3.2 MATERIALES 32
3.2.1. Información básica 32
3.2.2. Información pluviometrica 33
3.2.3 Materiales, equipos y programas de cómputo 33
3.3 MÉTODOS 34
3.3.1 Información cartográfica 34
3.3.2 Variables tematicas: 34
3.3.3 Mapa de susceptibilidad física 35
3.3.4 Peligros 35
3.3.5 Mapa de peligros totales 37

3.3.6 Elementos expuestos 39
3.3.7 Determinación de los niveles de vulnerabilidad física 39
3.3.8 Flujogramas para determinar la vulnerabilidad física 40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 42
4.1 SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA DE LA CUENCA NEPEÑA 42
4.1.1 Delimitación del área de aporte 42
4.1.2. Determinación de las variables tematicas 42
4.1.3. Integración de las variables temáticas 48
4.2 EROSIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA NEPEÑA 49
4.2.1 Obtención de las variables temáticas 49
4.3 DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN 52
4.3.1 Panel fotográfico sobre la presencia de la erosión hídrica 53
4.4 MAPA DE REMOCIÓN DE MASAS 54
4.4.1 Zonificación de movimientos en masas o remoción en masa: 54
4.4.2 Panel fotografico sobre los distintos peligros 55
4.4.3 Mapa de peligros totales 57
4.4.4 Determinación de los niveles de vulnerabilidad física 62
V. CONCLUSIONES 72
VI. RECOMENDACIONES 73
VII.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 74
VIII. ANEXO 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Pesos de movimientos de masa (m^2) 7
Tabla N°02: Pesos para la geología-litología (m^2) 13
Tabla N°03: Pesos para la fisiografía (m^2) 14
Tabla N°04: Pesos para la pendiente (%) 15
Tabla N°05: Pesos para la precipitación (mm) 15
Tabla N°06: Pesos para la vegetación (m^2) 16
Tabla N°07: Valores de factor K, para distintos suelos 20
Tabla N°08: Valores del factor topográfico L.S 21
Tabla N 09: Valores para el factor de cultivo (C) 22
Tabla N°10: Clasificación de la erosión hídrica 23
Tabla N°11: Categorías de susceptibilidad 24
Tabla N°12: Grado de inestabilidad por erosión 25
Tabla N°13: Grado de amenaza por precipitación con un TR = 200 años. 25
Tabla N°14: Calificación del grado de amenaza sísmica 26
Tabla N° 15: Categoría de aceleración sismica 36
Tabla N°16: Inestabilidad por erosión 37
Tabla N°17: Recategorización de peligro por precipitación 38
Tabla N°18: Recategorización de peligro por sismo 38
Tabla N°19: Recategorización de peligro total 39
Tabla N°20: Subcuencas de la cuenca Nepeña 42
Tabla N°21: Clasificación fisiográfica 42
Tabla N°22: Clasificación litológica para determinar la susceptibilidad física 43
Tabla N°23: Pesos de la precipitación para la susceptibilidad 46
Tabla N°24: Pesos para la pendiente 47
Tabla N°25: Pesos para el usó de cobertura 48
Tabla N°26: Categorías de la susceptibilidad física 49
Tabla N°27: Clasificación de suelos de la cuenca Nepeña 50
Tabla N°28: Clasificación de la cobertura vegetal en la cuenca Nepeña 51
Tabla N°29: Categorías de la erosión 52
Tabla N°30: Pesos de los peligros geológicos 54
Tabla N°31: Pesos de la inestabilidad por erosión 57
Tabla N°32: Categorías de la precipitación de 24horas 58
Tabla N°33: Inestabilidad por precipitación 59

Tabla N°34: Categorías del mapa de peligro por precipitación 60
Tabla N°35: Categorías del mapa de peligro por sismo 61
Tabla N°36: Categorías del mapa de peligro total 62
Tabla N°37: Niveles de vulnerabilidad física de las carreteras 63
Tabla N°38: Niveles de vulnerabilidad física de las carreteras 63
Tabla N°39: Vulnerabilidad física para terrenos agrícolas 65
Tabla N°40: Vulnerabilidad física de centros poblados 68
Tabla N°41: Población que vive en la zona 68
Tabla N°42: Vulnerabilidad física de centros educativos 70
Tabla N°43: Personas que pueden ser afectadas 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Flujograma de peligros geológicos 6
Figura N°02: Erupción volcánica..... 6
Figura N°03: Caída de rocas 8
Figura N°04: Deslizamiento 9
Figura N°05: Huayco 10
Figura N°06: Reptación del suelo 10
Figura N°07: Aluvión 11
Figura N°08: Flujo de lodo en la quebrada la Rinconada 11
Figura N° 09: Flujo de detritos 12
Figura N°10: Flujograma de USLE 19
Figura N° 11 Representación de un modelo raster..... 28
Figura N° 12: Representación del mundo real por medio de un formato vectorial 29
Figura N°13: Flujograma general para determinar la vulnerabilidad física..... 40
Figura N°14: Flujograma para determinar el mapa de peligros. 41
Figura N°15: Gráfica de las áreas de la fisiografía de la cuenca Nepeña. 43
Figura N°16: Grafica de las áreas de precipitación de la cuenca Nepeña..... 46
Figura N°17: Grafica pendientes en la cuenca Nepeña..... 47
Figura N°18: Grafica del uso de suelos de la cuenca Nepeña. 48
Figura N°19: Susceptibilidad de la cuenca Nepeña 49
Figura N°20: Clases de suelos de la cuenca Nepeña 51
Figura N°21: Clases de la cobertura vegetal de la cuenca Nepeña 52
Figura N°22: Erosión hídrica de la cuenca Nepeña. 52
Figura N°23: Presencia de erosión laminar parte alta de la cuenca 53
Figura N°24: Erosión laminar en zonas con cobertura vegetal (parte media de la cuenca)..... 53
Figura N°25: Geodinámica externa de la cuenca Nepeña..... 54
Figura N°26: Presencia de Arenamiento (parte baja de la cuenca, Nepeña) 55
Figura N°27: caída de rocas cerca de la red vial (parte media de la cuenca)..... 55
Figura N°28: Deslizamientos en la carretera (parte alta de la cuenca) 56
Figura N°29: Flujo de detritos en la red vial, parte baja de cuenca 56
Figura N°30: Arenamientos cerca de terrenos agrícolas..... 57
Figura N°31: Inestabilidad por erosión en la cuenca Nepeña. 58
Figura N°32: áreas de precipitación de 24 horas 59
Figura N°33: áreas de inestabilidad por precipitación 59

Figura N°34: Peligro por precipitación. 60
Figura N°35: Peligro por sismo. 61
Figura N°36: Peligros totales 62
Figura N°37: Vulnerabilidad física de la cuenca Nepeña. 63
Figura N°38: red vial en la parte alta de la cuenca 64
Figura N°39: red vial en la parte media de la cuenca 64
Figura N°40: Vulnerabilidad física de terrenos agrícolas 65
Figura N°41: Terrenos de caña de azur en la parte baja de la cuenca 66
Figura N°42: Terrenos de siembra de flores 66
Figura N°43: Terrenos de siembra de lechuga, parte media de la cuenca 67
Figura N°44: Vulnerabilidad física de los centros poblados. 68
Figura N°45: Centro poblado de Pampac Llacta 69
Figura N°46: Centro poblado de Pocos 69
Figura N°47: Vulnerabilidad física de los centros poblados. 70
Figura N°48: Centro educativo San Jacinto 71
Figura N°49: Centro educativo San José 71

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA G-01: MAPA DE UBICACIÓN

MAPA G-02: MAPA DE UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

MAPA G-03: MAPA BASE DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-04: MAPA DE IMAGEN SATELITAL ASTER DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-05: MAPA DE IMAGEN SATELITAL LANDSAT 8 DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-06: MAPA DE PENDIENTES: FACTOR “LS”

MAPA G-07: MAPA DE SUELOS: FACTOR "K"

MAPA G-08: MAPA DE COBERTURA VEGETAL: FACTOR “C”

MAPA G-09: MAPA DE PRECIPITACIÓN: FACTOR “R”

MAPA G-10: MAPA DE EROSIÓN DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-11: MAPA FISIOGRÁFICO DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-12: MAPA DE USO DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-13: MAPA DE GEOLOGÍA DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-14: MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-15: MAPA DE PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-16: MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-17: MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-18: MAPA DE INESTABILIDAD POR EROSIÓN DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G19A: MAPA DE PRECIPITACIÓN DE 24 HORAS EN LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G19B: MAPA DE INESTABILIDAD POR PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-20: MAPA DE ACELERACIÓN SÍSMICA DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-21: MAPA DE INESTABILIDAD POR SISMO DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-22: MAPA DE PELIGRO POR PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-23: MAPA DE PELIGRO POR SISMO DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-24: MAPA DE PELIGROS TOTALES EN LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-25: MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA RED VIAL

MAPA G-26: MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS TERRENOS AGRICULTURA

MAPA G-27: MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS CENTROS POBLADOS DE LA CUENCA NEPEÑA

MAPA G-28: MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE LA CUENCA NEPEÑA

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: CARTAS NACIONALES, CENTROS POBLADOS Y CENTROS EDUCATIVOS (18-g, 18-h, 19-g, 19-h)**,** DESCARGADAS: MINEDU. 77

ANEXO 02: ASTER GDEM (S09W78, S09W79, S10W7 y S10W79), DESCARGADAS: MINAM..... 78

ANEXO 03: IMAGENES LANDSAT8 (LC80080662016183LGN00 y LC80090662016302LGN00), DESCARGADAS: USGS. 79

ANEXO 04: IMAGEN SATELITAL ASTER..... 79

ANEXO 05: ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE PRECIPITACIÓN..... 80

ANEXO 05.01: DATOS DE PRECIPITACIONES CORREGIDAS Y EXTENDIDAS 80

ANEXO 05.02: DATOS DE PRECIPITACIONES DE 24 HORAS CORREGIDAS 87

ANEXO 06: REGIONALIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES Y PERÍODO DE RETORNO. 89

ANEXO 06.01**:** REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIONES DE LAS 7 ESTACIONES 89

ANEXO 06.02**:** REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIONES DE 24 HORAS..... 89

ANEXO 07: PERÍODO DE RETORNO DE LAS PRECIPITACIONES DE 24 HORAS 90

ANEXO 08: RED VIAL DEL PERU, GENERAL, NACIONAL, DISTRITAL Y VECINAL. DESCARGADA DEL MTC (Ministerio de Trasporte y Comunicaciones) 90

ANEXO 09: IMAGEN DE GOOGLE EARTH PRO..... 91

ANEXO 10: SASPLANET 91

ANEXO 11: PELIGROS GEOLÓGICOS DEL PERU (GEOCATMIN)..... 92

ANEXO 12: MAPA DE GEOLOGÍA DEL PERÚ (INGEMMET), ESC: 1:50000. 92

ANEXO 13: MAPA DE FISIOGRAFÍA DE TODO EL PERÚ (INRENA) 93

ANEXO 14: MAPA DE ACELERACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ (IGP)..... 94

ANEXO 15: BASE DE DATOS SOBRE POBLACIONES DEL INEI. 95

ANEXO 16: BASE DE DATOS SOBRE CENTROS POBLADOS (MINEDU)..... 97

ANEXO 17: BASE DE DATOS SOBRE CENTROS EDUCATIVOS (MINEDU). 108

ANEXO 18: ZONAS REPRESENTATIVAS DE LA COBERTURA VEGATAL 111

ANEXO 18.01: ARBUSTOS EN LA COSTA DE LA CUENCA 111

ANEXO 18.02: CARDONALES EN LA PARTE MEDIA DE LA CUENCA..... 111

ANEXO 18.03: PAJONAL Y CARDONALES EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA 112

ANEXO 19: UBICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE MASAS EN LA CUENCA NEPEÑA 112

ANEXO 19.01: TERRENOS AFECTADOS POR HUAYCOS..... 112

ANEXO 19.02: TERRENO ACCIDENTADO..... 113

ANEXO 19.03: SECTORES AFECTADOS POR HUAYCOS 113

ANEXO 19.04: VIVIENDAS DE ADOBE CERCA DE UN DESLIZAMIENTO 114
ANEXO 20: ELEMENTOS EXPUESTOS 114
ANEXO 20.01: RED VIAL EN LA PARTE BAJA DE LA CUENCA 114
ANEXO 20.02: DISTRITO DE "MORO" PARTE MEDIA DE LA CUENCA 115
ANEXO 20.03: DISTRITO DE "NEPEÑA" 115
ANEXO 20.04 PROPIEDAD FORESTAL DE "SAN JACINTO" 116
ANEXO 20.05 MAQUINARIA PARA LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN TERRENOS AGRÍCOLAS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA 116

RESUMEN

La investigación tuvo como objeto evaluar los niveles de vulnerabilidad física de la cuenca del río Nepeña

Esta investigación de acuerdo a su propósito es aplicada de nivel descriptivo, de acuerdo al momento que se recolectan los datos u ocurren los hechos a medir es retrospectivo y por último de acuerdo al número de ocasiones que se miden la variable de estudio es trasversal.

Para obtener los niveles de vulnerabilidad física se aplicó el modelo propuesto por el Ministerio del Ambiente; mediante la superposición de mapas para los elementos expuestos tales como red vial, zonas agrícolas, centros poblados y centros educativos; con fines de protección a la población, infraestructura urbana y la infraestructura productiva; dando como resultado lo siguiente:

45 centros poblados presentaron vulnerabilidad física baja, 181 moderada, 200 alta y 8 muy alta.

10229.88 Ha agrícolas presentan vulnerabilidad física baja, 7956.91 Ha moderada, 7226.92 Ha alta, 23.23 Ha muy alta.

Red vial: vulnerabilidad física baja (afirmado: 12.92 km, asfaltado: 39.20 km, sin afirmado: 1.53 km, trocha: 13.09 km), vulnerabilidad física moderada (afirmado: 57.72 km, asfaltado: 14.76 km, sin afirmado: 25.48 km, trocha: 102.44 km), vulnerabilidad física alta (afirmado: 104.94 km, asfaltado: 2.83 km, sin afirmado: 71.66 km, trocha: 97.69 km) y vulnerabilidad física muy alta (afirmado: 5.03 km, asfaltado: 1.45 km, sin afirmado: 1.42 km, trocha: 2.89 km).

15 centros educativos presentaron vulnerabilidad física moderada, 15 alta y 1 muy alta.

I. INTRODUCCIÓN

Los movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes, aludes, vuelcos, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, flujos de lodo, flujos de detritos, movimientos complejos, arenamientos y erosión de laderas) han constituido un gran problema a lo largo del tiempo tanto a nivel nacional como a nivel internacional, lo cual ha generado grandes pérdidas económicas y humanas como consecuencia de las lluvias críticas y los sismos. Se registran hechos tales como lo sucedido el 9 de octubre de 1963 en Belluno, Italia: 3700 muertos por un flujo de tierras; 18 de julio de 1964 en Nigata, Japón: 108 muertos y 50 mil damnificados, por el mismo evento.

En 1970, en la región Ancash, en la provincia de Yungay se registró aproximadamente 20000 muertos, como consecuencia de un aluvión causado por un sismo.

Así mismo este año 2017, se ha registrado en todo el Perú, bloqueo de pistas por caída de rocas y deslizamientos de tierra, y por otros tipos de movimientos de masa, es por ello que es necesario una zonificación de amenazas, para poder determinar los niveles de vulnerabilidad física que presenten los centros poblados, los colegios, las zonas agrícolas y la red vial que se encuentra dentro de la zona de estudio.

En la investigación, se usó el Sistema de Información Geográfica (SIG) para determinar los niveles de vulnerabilidad física, ante los fenomenos de remoción de masa en la cuenca del río Nepeña. El trabajo se realizó durante la primera mitad del 2017, mediante el usó de imágenes satelitales, Google Earth Pro y visitas de campo a la zona. Los resultados de la investigación permitirán planificar acciones para mitigar los impactos socioeconomicos en el ambito de estudio.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar los parámetros físicos mediante la superposición de mapas para la determinación de los niveles de vulnerabilidad física de la cuenca del río Nepeña.

1.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar el mapa base de la cuenca del río Nepeña.
- Elaborar y evaluar el mapa de susceptibilidad física en la cuenca del río Nepeña.
- Elaborar el mapa de peligros en la cuenca del río Nepeña.
- Determinar la vulnerabilidad física de la cuenca del río Nepeña.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES DEL TEMA:

Frausto, O. (1998) menciona que la característica de cada uno de los efectos secundarios de la sismicidad toma en consideración en el tipo de movimiento, distribución interna de los materiales, velocidad de emplazamiento, profundidad del depósito y magnitud (extensión espacial). En base a la secuencia estratigráfica y posición altitudinal de los depósitos.

Copons, R. & Tallada, A. (2009) son de opinión que los movimientos de ladera provocan daños materiales importantes en el mundo y son el tercer riesgo natural por número de víctimas después de los terremotos y las inundaciones. La catástrofe natural ligada a movimientos de ladera con un mayor número de víctimas se produjo en 1920 en Kansú (Haiyuan, China) donde un deslizamiento provocó la muerte a unas 100.000 personas (Ayala-Carcedo 2002). Como evento más reciente, cabe destacar el que se produjo en Santa Tecla (El Salvador) en enero de 2001 por un terremoto, el cual causó aproximadamente 400 muertos.

Alcántara, I., Inbar, M., Lugo, J., Capra, L. & Zamoro, J. (2008) Dice que a causa de una fuerte lluvia de cuatro días presente en algunas localidades de la zona montañosa de la sierra madre oriental de la planicie costera del Golfo de México, se incrementó la precipitación de 50 a 60% del total anual se vio afectada por unos miles de procesos gravitacionales de caída, deslizamiento, flujo y combinación de estos, con volúmenes de unos metros cúbicos a cientos de miles de metros cúbicos que dejaron cicatrices del orden de 10 a 100 m de longitud, en pocos casos de centenas de metros. El detonador fue una lluvia de cuatro días, que representó en algunas localidades el 50–60% del total anual.

Pacheco, S. & Lewis, A. (2007) mencionaron que como consecuencia de la precipitación en zonas que han presentado una geología, y geomorfología, característica, han ocurrido una serie de deslizamientos de tierra en la urbano de Mariel en la Región Occidental de Cuba

entre los años 1968 hasta el 2006 provocaron en diferentes períodos la evacuación de miles de personas y numerosas pérdidas materiales.

Lara, M., Sepúlveda, S. & Rebolledo, S. (2006) son de opinión que **e**l crecimiento urbano del sector oriente de Santiago afecta sectores que naturalmente son zonas de deposición de material transportado durante eventos de remoción en masa que ocurren en la montaña. Estos fenómenos corresponden al tipo de peligro geológico más común en la zona precordillerana de la Región Metropolitana. La caracterización geológico-geotécnica es una de las fases iniciales para evaluar potenciales de peligros geológicos. En particular la Quebrada San Ramón presenta condiciones de inestabilidad en su sección andina, lo cual configura un escenario de riesgo potencial de remoción en masa, siendo conocidos los eventos originados el 3 de mayo de 1993, la cual ocasión un gran de numero de pérdidas tanto económicas como de vida.

Villacorta, S., Fidel, L. & Zavala, B. (2012) mencionan que el territorio peruano es una de las zonas más inestables de los andes, siendo las causas de esta precaria condición el clima y la geología del territorio. El Perú ha sido afectado por procesos geológicos como los movimientos en masa, los cuales afectaron al centro prehispánico de Chavín y devastó las ciudades andinas de Ranrahirca y Yungay (alud – avalancha de 1962 y 1970).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Susceptibilidad física

Ministerio del Ambiente (2011), al respecto, señala que:

"Referida a la mayor o menor predisposición que un espacio geográfico sea modificado por eventos naturales" (p. 8)

2.2.2 Elementos expuestos

Ministerio del Ambiente (2011), al respecto, señala que:

"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" (p. 8)

2.2.3 Vulnerabilidad

Ministerio del Ambiente (2011), al respecto, señala que:

> La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. (p.8)

2.2.4 Niveles de vulnerabilidad

Ministerio del Ambiente (2011), al respecto, señala que:

Es referido a la intensidad o categorías que se le asigna al resultado obtenido ante un determinado peligro.

2.2.5 Vulnerabilidad física

Ministerio del Ambiente (2011), al respecto, señala que:

> Relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro. (p. 8)

2.2.6 Peligro/Amenaza

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), al respecto, señala que:

"Evento amenazante o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente perjudicial en un área dada en un período específico" (p. 17)

2.2.7 Principales peligros geológicos

Entre los principales peligros, figuran las caídas (caídas de rocas, derrumbes, aludes o avalanchas), vuelcos (vuelco de estratos y vuelco de bloques), deslizamientos (deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales), Flujos (huaycos, flujos de

detritos), reptación de suelos, aluviones, flujos de lodo) y movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial, erosión de laderas, hundimientos, arenamientos. (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 2006).

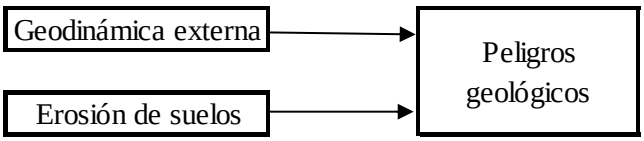


Figura N°01: Flujograma de peligros geológicos

Fuente: Elaboración propia

2.2.7.1 Geodinámica

Medina (1991) al respecto señala que:

> Se refiere a todos los movimientos que experimenta la tierra desde sus inicios, tanto aquellos que se originan en su interior (geodinámica interna), como los que se generan por la interacción de la corteza terrestre (geodinámica externa) con agentes externos como el sol, el agua y el viento. (p. 12)

2.2.7.1.1 Geodinámica interna

Aparicio (1986) señala que es el conjunto de fuerzas endógenas o internas que modifican estructuralmente la corteza terrestre, a través de dos grandes procesos: diastrofismo y magmatismo. Son las fuerzas constructoras del relieve terrestre.

Figura N°02: Erupción volcánica

Fuente: Guevara, 2011, pág. 1

2.2.7.1.2 Geodinámica externa

Medina (1991) al respecto señala que:

> Son todos aquello fenómenos que participan en la evolución del modelado de la superficie terrestre, como resultado de la interacción de agentes geodinámicas, que pueden ser percibidos por el hombre. Ocurre bajo diferentes modalidades o mecanismos, dependiendo del agente principal y los factores que participan en su origen y desarrollo, Se clasifica en: fenómenos de remoción en masa, flujos hídricos y otros. (p. 14)

Tabla N°01: Pesos de movimientos de masa (m^2)

Tipo de geodinámica externa	Valoración
Cárcava	3
Cono aluvial grande	2
Cono aluvial pequeño	2
Caída de rocas	5
Arenamiento	4
Deslizamiento	3
Erosión de laderas	2
Flujo de detritos	3

Fuente: Fidel, Zavala, Núñez & Valenzuela, 2006, pág. 57-224.

2.2.7.1.2.1 Tipos de geodinámica externa
A.- Caídas de rocas

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

> Ocurren en taludes y laderas de fuerte pendiente. Están asociados a litologías de diferente naturaleza, sujetas a fuerte fracturamiento, así como a aquellas que han sufrido una modificación del talud por obras de excavación o voladura en obras civiles.
>
> El análisis de este tipo de movimiento en masa en la franja denota una concentración de eventos en las áreas circundantes a la capital (barrios

marginales), en algunas carreteras principales (Carretera Central), asociados principalmente a rocas intrusivas (batolito de la Costa); en carreteras de penetración a la sierra Pativilca-Huaraz, Pativilca. Cajatambo, Sayán-Churín, etc., y también en la carretera marginal (tramo Tarma-La Merced-Satipo y Cerro de Pasco-Huánuco), estando, en este último caso, asociado a rocas metamórficas y sedimentarias (Capas Rojas). (p. 58)

Figura N°03: Caída de rocas

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 78

B.- Deslizamientos

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

Son desplazamientos de masas de suelo, roca o combinados, a lo largo de uno o varios planos, con escarpas irregulares, semicirculares hasta rectas, saltos de terreno desde centímetros hasta varios metros, y dimensiones desde pocos metros, algunas decenas y hasta centenas de metros de longitud. Son comunes en la franja, aunque muchos se han diferenciado como relictos de depósitos antiguos, cubiertos con vegetación y/o población, y/o donde el pie del deslizamiento modificó el cauce o represó un valle o quebrada.

Se distinguen tres tipos:

- Deslizamientos rotacionales
- Deslizamientos traslacionales

Se presentan en laderas con pendiente moderada a fuerte, afectando terrenos de cultivo, taludes de carreteras y canales de irrigación así como algunos centros poblados. Algunas veces se encuentran combinados con otros procesos como derrumbes, erosión de laderas y también con reptaciones de suelos. (p. 96)

Figura N°04: Deslizamiento

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 114

C.- Flujos

Se diferencian cinco tipos de acuerdo a su orden de ocurrencia o frecuencia:

***i.*- Huaycos**

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

> Se han subdividido en: periódicos, ocasionales y excepcionales. Los dos primeros son ocasionados por: a) altos índices de pluviosidad estacional (periódica u ocasional) y b) factores como erosión de laderas, relieves de moderada a fuerte pendiente que favorecen el arrastre de sólidos de diferente tamaño. De otro lado, los excepcionales, generalmente están asociados a áreas desprovistas de vegetación y gran acumulación de material removible en sus cuencas, sujetas a la ocurrencia de lluvias excepcionales, no comunes, y son las que generan el lavado y transporte de sedimentos en cauces amplios o quebradas secas. (p. 96)

Figura N°05: Huayco

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 131

ii.- Reptación de suelos

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2006), al respecto señala que:

> Flujos muy lentos a lentos, muchas veces imperceptibles, que involucran zonas superficiales del suelo y detritos finos en terrenos o laderas por encima de los 3 600 msnm, donde predominan suelos parcialmente saturados a saturados (oconales y bofedales) y que experimentan cambios de volumen por variación de temperatura en estas altitudes. El fenómeno también se presenta en laderas con pendientes de suaves a moderadas (colinas, lomadas y zonas montañosas). Su asociación litológica está relacionada a depósitos de suelos residuales a coluviales (superficiales), depósitos glacio-fluviales. (p.136)

Figura N°06: Reptación del suelo

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 139

iii.- Aluviones

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

> Flujo violento de grandes masas de agua y sedimentos de variada granulometría que engloba bloques de roca de grandes dimensiones desplazados a gran velocidad a través de quebradas o valles. Están ligados a zonas glaciares y peri glaciares, ocupando y afectando en su recorrido valles, poblaciones e infraestructura (vial, hidroenergéticos), así como embalsando ríos de gran magnitud. (p. 136)

Figura N°07: Aluvión

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 143

iv.- Flujos de lodo

"Son poco frecuentes y sólo se activan con lluvias excepcionales" (Fidel et al, p. 136)

Figura N°08: Flujo de lodo en la quebrada la Rinconada

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 146

***v*.- Flujos de detritos**

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

> Flujos no canalizados, asociados a laderas de moderada a fuerte pendiente que presentan acumulaciones coluvio - deluviales, canchales o escombreras, de naturaleza litológica homogénea, sujetos a remoción con lluvias, procesos de gelifracción y reacomodo de clastos que buscan alcanzar un talud de equilibrio. (p. 136)

Figura N° 09: Flujo de detritos

Fuente: Fidel et al, 2006, pág. 157

D.- Arenamientos

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

> Están asociados tanto a zonas de morfología plana (planicies costaneras) aledañas al litoral, con una dinámica eólica importante, donde la dirección y velocidad del viento y la geomorfología del entorno favorecen la migración y acumulación de arenas. Asimismo, se encuentran acumulaciones en las laderas o colinas bajas de las estribaciones occidentales de los Andes, presentándose como mantos de arenas que forman lomas alargadas, onduladas, dunas y barcanas.
>
> Su presencia influye principalmente en la obstrucción del tráfico o tránsito en las carreteras y trochas. (p. 136)

2.2.8 Zonificación de la susceptibilidad física del territorio

Ministerio del Ambiente (2011) menciona que:

> El análisis univariable determina 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 territorial analizada.
>
> Esta evaluación nos permite calificar cualitativamente cada una de las variables en función a sus características naturales.
>
> Reclasificación y valoración de las siguientes variables: litología, fisiografía, pendiente, precipitación y cobertura de uso. (p. 22):

2.2.8.1 Litología

Peña & Castillo (2009) menciona que es la parte de la Geología que trata sobre las rocas. Estudia, por tanto, sus características y los diferentes tipos de rocas existentes. Éstas son muy variadas en sus características.

Tabla N°02: Pesos para la geología-litología (m^2)

N°	Clasificación	Valoración	Descripción
1	Muy alto	5	• Sedimentos poco consolidados con bloques sueltos, arenas, limos, arcillas y gravas semi clasificadas. • Conglomerados con depósitos salinos y evaporitas. • Mantos de arena eólica. • Morrenas con clastos heterométricos sub redondeados en matriz areno arcillosa.
2	Alto	4	• Derrames andesíticos intercalados con calizas, arcillas y tobas; cóladas de lavas, brechas y cenizas volcánicas; lavas andesíticas y dacíticas con tobas ríolíticas y ríodacíticas. • Areniscas calcáreas abigarradas y areniscas micáseas de grano fino con intercalaciones de lutitas pizarrozas y limolitas. • Calizas arenosas con margas, lutitas y limoarcillitas bentoníticas. • Cuarcitas y pizarras metamórficas con esquistos calcáreos y marmol.

3	Moderado	3	• Brechas andesíticas y derrames volcánicos intercalados con areniscas tobáceas y glomerado volcánico con ríolitas, dacitas, gneis, esquistos. • Lavas dacíticas a tranquiandesíticas con basaltos. • Calizas finas fosilíferas bien estratificadas con esquistos cloritosos y tufos.
4	Bajo	2	• Cuarcitas blancas con lutitas, granito de grano medio a grueso y plutones ácidos intemperizados.
5	Muy bajo	1	• Roca ígnea intrusiva, rocas plutónicas ácidas • Volcánicos asociados a las secuencias vulcanoclasticas.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011, Pág. 28, 29

2.2.8.2 Fisiografía

Villota (1989) menciona que la fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera.

Tabla N°03: Pesos para la fisiografía (m^2)

N°	Clasificación	Valoración	Descripción
1	Muy alto	5	• Montañas empinadas y colinas fuertemente disectadas. • Planicies: Complejo de orillares, terrazas bajas inundables y no inundables.
2	Alto	4	• Montañas moderadamente empinadas. • Colinas altas y bajas del cuaternario y terciario. • Planicie ondulada y disectada.
3	Moderado	3	• Montañas moderadamente empinadas. • Colinas altas y bajas del cuaternario y terciario. • Planicies onduladas y disectadas, inundables esporádicamente. • Altiplanicie ondulada a disectada.
4	Bajo	2	• Planicies aluvial y altiplanicie. • Terrazas medias y altas. • Valles irrigados.
5	Muy bajo	1	• Planicies aluvial y altiplanicie. • Terrazas altas.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011, Pág. 28, 29

2.2.8.3 Pendiente:

Ibáñez, Gisbert & Moreno (2009) son de opinión que el concepto de pendiente en sí, es la relación que existe entre el desnivel (ΔY) y la distancia en horizontal (ΔX) que debemos recorrer. Se expresa normalmente en % o en grados, su aplicación al terreno se basa en el control del desnivel existente en una ladera ΔY mediante las cotas, y su variación en el espacio ΔX.

Tabla N°04: Pesos para la pendiente (%)

N°	Clasificación	Valoración	Descripción
1	Muy alto	5	> 75
2	Alto	4	50 - 75
3	Moderado	3	25 - 50
4	Bajo	2	15 - 25
5	Muy bajo	1	0 - 15

Fuente: Ministerio del ambiente, 2011, Pág. 28, 29

2.2.8.4 Precipitación:

Villón (2011) menciona que es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de lluvia, granizada, garúa y nevada.

Tabla N°05: Pesos para la precipitación (mm)

N°	Clasificación	Valoración	Descripción
1	Muy alto	5	> 375
2	Alto	4	200 - 375
3	Moderado	3	50 - 200
4	Bajo	2	25 - 50
5	Muy bajo	1	0 -25

Fuente: Ministerio del ambiente, 2011, Pág. 28, 29

2.2.8.5 Cobertura de uso

Basterra (1961) menciona que la cobertura del suelo, se describe como "las construcciones artificiales que cubren la superficie de la tierra"

Tabla N°06: Pesos para la vegetación (m^2)

N°	Clasificación	Valoración	Descripción
1	Muy alto	5	• Bosques húmedos tropicales. • Bosques hidromórficos • Manglar • Bofedal • Bosques secos • Deforestación.
2	Alto	4	• Bosques hidromórficos. • Bosques húmedos tropicales. • Deforestación. • Actividad agropecuaria
3	Moderado	3	• Actividad agropecuaria asociada a matorrales. • Bosques húmedos de montaña. • Pastos altoandinos (pajonal). • Quenual.
4	Bajo	2	• Actividad agropecuaria asociada a matorrales. • Pastos altoandinos (pajonal) • Bosques húmedos tropicales
5	Muy bajo	1	• Bosques húmedos tropicales • Valles írrigados. • Desiertos. • Pastos altoandinos.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011, Pág. 28, 29

2.2.8.6 Integración de las variables

Ministerio del Ambiente (2011) señala que:

$$S = \sqrt[7]{Fi^2 * Li^2 * CU * Pe * Pp} \quad \text{.....(1)}$$

Donde:

S: Susceptibilidad física

Fi: Fisiografía

Li: Litología

CU: Cobertura de uso

Pe: Pendiente

Pp: Precipitación

2.2.9 Análisis de los peligros múltiples

Ministerio del Ambiente (2011) menciona que:

Entre los principales peligros que suelen afectar al territorio son: sismos, precipitaciones torrenciales, peligros geológicos o movimientos de masas (flujo de detritos, arenamiento, caída de rocas, cárcavas, erosión de laderas, flujo, deslizamientos Antiguos y deslizamiento activos) y erosión de suelos.

2.2.9.1 Sismos

Ministerio del Ambiente (2011) menciona que:

> Los eventos sísmicos pueden ser destructivos debido a la profundidad de ocurrencia y a su magnitud. Los terremotos que mayor daño han provocado, son los considerados superficiales y que junto a las características del tipo de suelo, características de la construcción, antigüedad y la falta de aplicación de las normas de control urbano están generando condiciones de alta vulnerabilidad.
>
> Los sismos se clasifican dependiendo del nivel de profundidad de ocurrencia. (p. 32)

2.2.9.2 Peligros geológicos/ Movimientos de masa:

Ministerio del Ambiente (2011) menciona que:

> Los peligros geológicos se presentan ampliamente en el territorio nacional, generando daños y destrucción a las poblaciones a veces inadecuadamente ubicadas, a la infraestructura vial que atraviesa sectores de alta vulnerabilidad física, y en otras zonas con actividades económicas claves para el desarrollo regional.
>
> Los peligros geológicos como las caídas, deslizamientos, flujos de lodos, etc. se presentan en territorios donde existen condiciones de precipitación intensa, litología poco competente, pendientes abruptas, vegetación escasa y procesos de deforestación intensa y desestabilización de taludes por efectos de la construcción de las carreteras (p. 37)

2.2.9.3 Erosión de suelos

Fidel et al (2006), al respecto señala que:

Se denomina erosión al proceso de sustracción o desgaste de la roca del suelo intacto (roca madre), por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento, o los cambios de temperatura.

2.2.9.3.1 Determinación de la erosión mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE)

Ramos C. (2001), al respecto, señala que:

> Existen diversos procedimientos y métodos para evaluar la tasa de erosión del suelo, pero de todos ellos, es quizás la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), la más aceptada entre las personas encargadas de la gestión de cuencas con fines de producción o de conservación. Dada la validez de este método para estimar la pérdida de suelo debido a la acción hídrica, la ecuación ha sido empleada en todo el mundo para numerosos propósitos y para muy diferentes condiciones.
>
> Esta ecuación fue finalmente modificada y desarrollada por Wischmeier y Smith 1978. La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, (Modelo USLE), se describe así:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad \text{.....(2)}$$

Dónde:

A = Pérdida de suelo promedio anual [Tn/ha/año].

R = Factor erosividad de las lluvias [adimensional]

K = Factor de erosionabilidad del suelo [Tn/ha/año].

LS = Factor topográfico (función de longitud y la pendiente) [adimensional]

C = Factor de cultivos y usó (cubierta vegetal) [adimensional].

P = Factor de prácticas de conservación [adimensional].

Los factores L, S, C, y P son adimensionales y las unidades de K y A son similares en este caso (Tn/ha/Año). (p. 4,5)

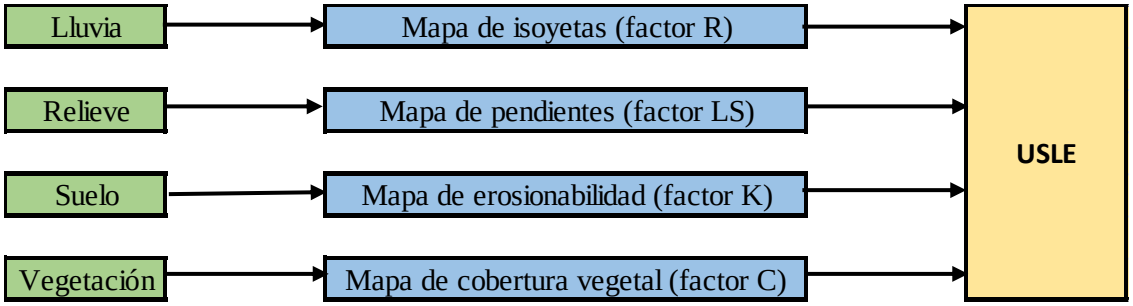


Figura N°10: Flujograma de USLE

Fuente: Ramos, 2001, p. 15

2.2.9.3.1.1 Factor de erosividad de lluvia (R)

Ramos C. (2001), al respecto, señala que:

> Para la estimación de cada una de las variables existen modelos específicos que manejan los criterios de los que estas dependen; por ejemplo, la variable factor lluvia puede determinarse con base en la precipitación del mes más lluvioso y la precipitación anual. (p. 5)
>
> Algunos investigadores han propuesto que:

Roose (1995 citado en Ramos C., 2001) señala que:

$$R = 1.73 * 0.5 * P \quad \text{.....(3)}$$

Donde:

P = Precipitación media anual.

Morgan (1974 citado en Ramos C., 2001) señala que para lugares de alta precipitación

$$R = I_{30}(9.28P - 8.383)/1000 \quad \text{.....(4)}$$

Donde:

I_{30} = 75 mm/h (valor recomendado por Weischmeier)

P = Precipitación media anual

Foster (1972 citado en Ramos C., 2001)

$$R = 0.276P * I_{30}/100 \quad \text{.....(5)}$$

Donde:

I_{30} = 75 mm/h (valor recomendado por Weischmeier)

P = Precipitación media anual

Recomienda el uso de estos métodos, por su flexibilidad y versatilidad para determinar el factor R. (p. 4,5).

2.2.9.3.1.2 Factor de erosionabilidad del suelo (K)

Ramírez, Gómez y Sadeghian (2009) al respecto, señala que:

El factor K representa el grado de resistencia natural que ofrece el suelo a ser erosionado, al actuar sobre éste los otros factores erosivos. Este factor refleja el hecho que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas, cuando los demás factores que afectan la erosión son los mismos. (P. 59)

Tabla N°07: Valores de factor K, para distintos suelos

Ítem	Descripción	Factor K
1	Aluvión	0.24
2	Arcillas	0.28
3	Arcillas y conglomerados	0.28
4	Arcillas, margas y yesos	0.30
5	Arenas	0.26
6	Areniscas	0.18
7	Areniscas calcomargosas y margas	0.24
8	Calcarenitas	0.16
9	Calcáreas tobáceas	0.14
10	Calcáreas y areniscas	0.14
11	Calcáreas y dolomías	0.14
12	Calcáreas y margas	0.22
13	Caliza zoogena	0.14
14	Cantos, gravas y limos	0.20
15	Cantos, gravas, arenas y arcillas	0.20
16	Cantos, gravas, arenas y limos	0.20

17	Conglomerado arcilloso y arcillas	0.16
18	Conglomerado tramo regresivo	0.16
19	Conglomerado y arcillas	0.22
20	Conglomerados y margas: caliche	0.18
21	Conglomerados, areniscas y arcillas	0.16
22	Cuaternarío indiferenciado arenas, gravas	0.22
23	Detrítico cañadas	0.24
24	Dolomías	0.14
25	Dunas	0.26
26	Lentejón detrítico intercalado	0.20
27	Limos y arcillas	0.28
28	Limos y arenas	0.28
29	Limos, arcillas rojas y caliche continental	0.30
30	Margas	0.32
31	Margas abigarradas yesíferas	0.32

Fuente: Ramos C. (2009).

2.2.9.3.1.3 Factor topográfico (función de longitud y la pendiente) (LS)

Ramos C. (2001), al respecto, señala que:

> Este (LS) es el parámetro más difícil de evaluar, aunque habitualmente se utilizan las siguientes expresiones:
> Un procedimiento sencillo de cálculo es el utilizado por la Facultad de Hidráulica e Hidrología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Madrid). Este estudio ha permitido la elaboración de una tabla que nos permite asignar directamente a una ladera el valor del factor L.S en función de la pendiente. (p. 7)

Tabla N°08: Valores del factor topográfico L.S

GRUPO DE PENDIENTE %	FACTOR L.S
0-3	0.3
3-12	1.5
12-18	3.4
18-24	5.6
24-30	8.7
30-60	14.6
60-70	20.2
70-100	25.2
> 100	28.5

Fuente: Ramos C. , 2001, p. 7

2.2.9.3.1.4 Factor de cultivos y uso (C)

Ramos C. (2001), al respecto, señala que:

> Este factor se estima según la zona de trabajo, los conceptos del especialista y los requerimientos del estudio. Corresponde a un proceso de identificación de elementos, asociado con características propias de cada tipo de cobertura como la biomasa, capacidad de infiltración y pérdida de suelo reportadas bajo cada cobertura de vegetación.
>
> Estas características pueden evaluarse con base en ecuaciones matemáticas establecidas para el cálculo de la biomasa. Una de estas ecuaciones es de la forma:

$$LogP = a_1 * LogT + b_1 \text{----------(6)}$$

Donde:

$P =$ Peso del árbol

$T =$ Tamaño

$a_1\ y\ b_1 =$ Constantes

> Para el presente trabajo se ha usado los valores de la tabla publicada por Wischmeier 1.978, que definen los valores de C para los tipos más comunes de cultivos, así como para las diferentes coberturas. (p. 7)

Tabla N 09: Valores para el factor de cultivo (C)

Cultivo y practica	Media anual del factor C
Suelo desnudo	1.0
Bosque o matorral denso (alto mulch.)	0.001
Pradera herbácea en buenas condiciones	0.01
Pradera sobre pastoreada	0.1
Maíz, sorgo, alto rendimiento, laboreo convencional	0.20-0.55
Maíz, sorgo, alto rendimiento, sin laboreo convencional	0.50 - 0.90
Maíz, sorgo, bajo rendimiento, laboreo mínimo	0.02 - 0.10
Maíz, sorgo, alto rendimiento, laboreo con chisel	0.12 - 0.20
Maíz, sorgo, bajo rendimiento, laboreo con chisel	0.30 - 0.45
Algodón	0.40 - 0.70
Pradera herbácea	0.01 - 0.025

Soya	0.20 - 0.50
Trigo	0.10 - 0.40
Arroz	0.10 - 0.20
Cacahuate	0.30 - 0.80
Frutales con cobertura vegetal	0.01 - 0.8
Caña de azúcar	0.56
Arbolado denso	0.001 - 0.003
Arboleado forestal clareado	0.003 - 0.009
Arbolado muy clareado (25 - 60%)	0.041
Matorral con buena cobertura	0.003 - 0.013
Matorral ralo y eriales	0.20 - 0.013
Cultivos anuales y herbáceos	0.25
Pasturas	0.15
Plantas herbáceas y matojos (100%)	0.003
Plantas herbáceas y matojos (60%)	0.035
Cubierta escasa (60%)	0.15 - 0.09
Cubierta inapreciable	0.45

Fuente: Ramos C., 2009, p.8

2.2.9.3.1.5 Clasificación de la erosión hídrica

Castro (2013) menciona que la erosión hídrica se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla N°10: Clasificación de la erosión hídrica

Erosión	Categoría	Rango (Tn/Ha/Año)
Baja	1	0 - 10
Moderada	2	10 - 50
Alta	3	50 - 200
Muy alta	4	> 200

Fuente: Castro Itzel, 2013, pág. 12

2.2.10 Zonificación de amenazas por movimientos en masa

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001) menciona que:

Para la zonificación de la amenaza, los peligros mostrados anteriormente, se integran como una suma de los puntajes obtenidos para cada uno, lo cual se expresa mediante la siguiente fórmula general:

$$H = S_t + fI + fd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

En Donde:

H = Amenaza

St = Susceptibilidad del terreno

fI = Inestabilidad actual del terreno

fd = Acción de los factores detonantes

Cada una de estas componentes de amenaza se analiza por separado para integrar finalmente la ecuación de la amenaza (ver figura N°13)

2.2.11 Susceptibilidad del terreno (St)

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001) menciona que:

> "Del análisis anterior se obtienen las diferentes categorías de susceptibilidad, como se explicó anteriormente" (p. 47)

Tabla N°11: Categorías de susceptibilidad

Valor	Grado de susceptibilidad
1	Nula o muy baja
2	Baja
3	Moderada
4	Alta
5	Muy alta

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 47

2.2.12 Factores de inestabilidad actual

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001) menciona que:

> Están determinados por los fenómenos de movimiento en masa (Mrm) y la inestabilidad por procesos erosivos (Ie). Para cuantificar el efecto de los movimientos de masa, se evalúa la magnitud de cada movimiento de masa teniendo en cuenta los mecanismos de falla, el volumen de la masa inestable y su actividad (ver tabla N°11) (p.47)

De igual manera se hace con la inestabilidad por erosión según su intensidad.

Tabla N°12: Grado de inestabilidad por erosión

Inestabilidad por erosión	Valor asignado
Nula o muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 47

2.2.13 Factores detonantes

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001) menciona que:

El primer factor detonante es la precipitación de 24 horas, se clasifica en base a un tiempo de retorno; la designación de sus pesos es en base a la experiencia y a criterio personal. (Ver tabla N°12)

Tabla N°13: Grado de amenaza por precipitación con un TR = 200 años.

Grado de amenaza por precipitación de 24 horas	Valor asignado
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy alta	5

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 48

El factor detonante por sismo se clasifica con el mapa de amenaza sísmica en función de la aceleración local calculada para una probabilidad de excedencia dada en un tiempo de exposición determinada (p. 48)

Tabla N°14: Calificación del grado de amenaza sísmica

Grado de amenaza sísmica	Valor asignado

Moderadamente alta	1
Alta	2
Muy alta	3

Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 48

Como los factores detonantes de precipitación y sismicidad son independientes entre sí, y tienen diferentes períodos de retorno, se establecen 2 mapas de amenaza: uno con el factor detonante lluvia y el otro con el factor detonante sismo. Un tercer mapa de amenaza que se puede obtener considerando la posibilidad de que para una lluvia crítica detonante, se presente al mismo tiempo un sismo detonante. Igualmente podrían obtenerse otros mapas para otras combinaciones.

De esta manera se aplican las siguientes ecuaciones para el cálculo de los mapas de amenaza en el SIG (p. 48)

$$Hp = S_t + (Mrm + Ie) + (Fp) \quad \text{.....(8)}$$

$$Hs = S_t + (Mrm + Ie) + (Fs) \quad \text{.....(9)}$$

$$Ht = Hp + Hs \quad \text{.....(10)}$$

Donde:

Hp = Amenaza con factor detonante por precipitación

Hs = Amenaza con factor detonante por sismicidad

Ht = Amenaza con factor detonante por precipitación y sismicidad

St = Susceptibilidad del terreno a los fenómenos de movimientos en masa

Mrm = Magnitud del fenómeno de remoción en masa o movimiento en masa

Ie = Intensidad de erosión

Fp = Peso del factor precipitación

Fs = Peso del factor sismicidad

2.2.14 Análisis de la vulnerabilidad física para los elementos expuestos

Ministerio del Ambiente (2011) menciona que:

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos (red vial, terrenos agrícolas, centros poblados y centros educativos), se consideraron dos aspectos principales:

1. Evaluación de los peligros múltiples, determinando niveles de peligrosidad.
2. Evaluación de las características de exposición de los elementos expuestos.

2.2.15 Herramientas, formatos y extensiones en el ArcGIS

2.2.15.1 Herramientas a usar en el modelo.

Los comandos a usar en la ejecución del programa son:

a. Merge, "Sirve para juntar dos o más capas en un solo archivo. Se usa para puntos, líneas o polígonos, útiles para empalmes". (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011, p.99)

b. Slope, sirve para determinar la pendiente de una determinada zona en interés. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011)

c. Raster calculator, Construye y ejecuta una expresión simple de Álgebra de mapas utilizando la sintaxis de Python en una interfaz similar a una calculadora. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011)

d. Reclassify, reclasifica o cambia los valores de un raster. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011)

e. Unión, combina la geometría y los datos de todas las capas y la convierte en una sola capa. Se usa sólo para polígonos. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011)

f. Intersect, cruza dos capas generando sólo las áreas comunes. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011)

g. Dissolve, Funciona figuras que comparten un mismo atributo, combinando elementos adyacentes de acuerdo a un campo de la tabla de atributos, es decir los disuelve en una sola área. Trabaja con polígonos y línea. Es ideal para trabajar en elaboración de mapas temáticos con la finalidad de reducir categorías. (Puerta, Rengifo & Bravo, 2011, p.97)

2.2.15.2 Formatos en el ArcGIS

a. Formato raster

Una imagen raster comprende una colección de celdas (píxeles) que representan un mapa o una figura escaneada. Captura información mediante los medios: Scanner, satélite, fotografía aérea, cámaras de video entre otros. Trabaja con celdas de igual tamaño que poseen un valor; el tamaño de la celda define el nivel de detalle de la información.

Este modelo está orientado para representar fenómenos tradicionalmente geográficos que varían continuamente en el espacio; como la pendiente del terreno, altitud, precipitación y características diversas (http://help.arcgis.com, 2014).

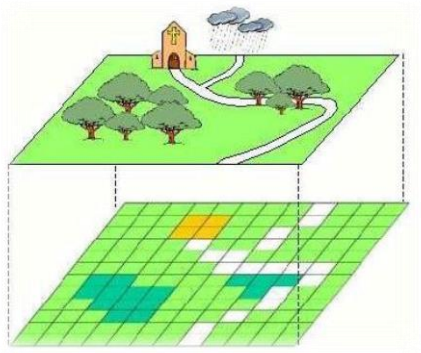


Figura N° 11 Representación de un modelo raster.

Fuente: Puerta, 2011, pág. 9.

a. Formato vectorial:

El formato vectorial (shapefile) lleva una composición de una cobertura vectorial en ArcGIS consta de tres o más archivos con el mismo nombre, pero con extensiones diferentes: punto, líneas, polígonos y texto **(**http://help.arcgis.com, 2014).

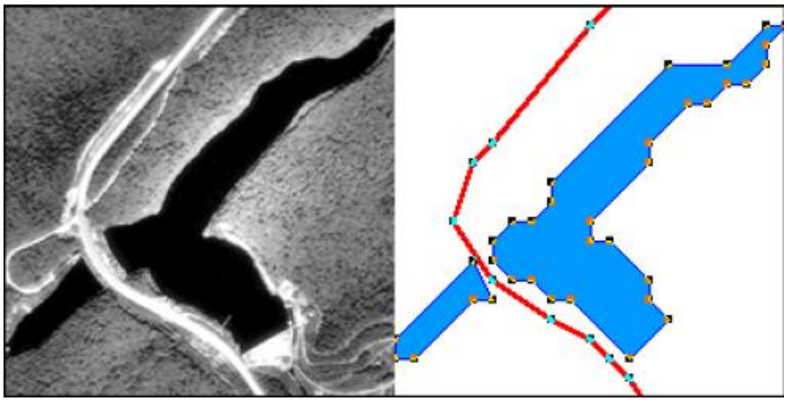


Figura N° 12: Representación del mundo real por medio de un formato vectorial

Fuente: Ochoa, 2008, pág. 13.

2.2.15.3 Extensiones más usuales de ArcGIS

La Extensión más usual para el procesamiento de datos es el Spatial Analyst que proporciona un conjunto variado de herramientas y capacidades para llevar a cabo un análisis espacial integral basado en ráster. Con esta extensión, puede emplear una amplia variedad de formatos de datos para combinar data sets, interpretar datos nuevos y realizar operaciones de ráster complejas.

Algunos ejemplos de los análisis que puede realizar con Spatial Analyst incluyen análisis de terreno, modelado de superficie, interpolación de superficie, modelado de idoneidad, análisis hidrológico, análisis estadístico y clasificación de imágenes **(**http://help.arcgis.com, 2014).

A. Formatos de datos espaciales

> "Las aplicaciones de ArcGIS soportan todos los formatos espaciales de ESRI: shapefile, raster (Dentro de ellos una gran variedad de formatos de imágenes *.JPG, *.TIF, *.BMP, etc.), tablas y TINs" **(**Puerta et al, 2011 p.51)

B. El shapefile

> Un shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos (Puerta et al, 2011 p.51). Aunque parece que trabajamos con un sólo archivo, en realidad un shapefile consta de al menos tres archivos con el mismo nombre y extensiones diferentes:
>
> - SHP almacena las características geométricas de los objetos.
> - SHX almacena el índice de los datos espaciales.
> - DBF base de datos de base en donde se almacenan los atributos temáticos de los objetos (tabla de atributos).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Colina, elevación natural del terreno, de menor altura que una montaña.

Montaña, es una eminencia topográfica (elevación natural de terreno) superior a 700 m respecto a su base.

Planicie, es referido a aquellos espacios naturales que constan de relieves bajos o de mínima altitud

Cardonal, Planta silvestre de hojas grandes y espinosas y flores en cabezuela

Pajonal, es referido a las zonas altas donde hay presencia de pastos.

Fluvisol, son suelos formados a partir de depósitos aluviales recientes, excepto los marinos, sin horizontes diagnósticos, o ningún otro (a menos que estén sepultados a más de 50 centímetros de la superficie)

Litosol, son un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos. Su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja. Se conocen también como leptosoles, del griego leptos, que significa 'delgado'.

Suelos andosol, es una categoría del sistema de clasificación de suelos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que agrupa suelos de origen volcánico de color oscuro y muy porosos. Se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos.

Suelo eutrico, saturado en bases (mínimo del 50% por 1M NH4OAc) al menos entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo, o, en el caso de los Leptosoles, en una capa de 5 cm de espesor directamente encima de un contacto lítico

Regosol, El término regosol deriva del vocablo griego "rhegos" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud.

Solonchak ortico, es una capa superficial clara y pobre en materia orgánica y nutrientes.

Gabro, es una roca plutónica oscura (con índice de color en el rango 35-65%) compuesta esencialmente de plagioclasa cálcica (Anortita > 50), clinopiroxeno y/o ortopiroxeno, y óxidos de Fe (opacos).

Diorita, Roca volcánica de aspecto granuloso constituida esencialmente de feldespato, anfibolita y mica.

Granodiorita, es una roca ígnea plutónica con textura fanerítica parecida al granito. Está principalmente constituida por cuarzo (>20%) y feldespatos, pero contrariamente al granito, contiene más plagioclasas que ortosa.

Tonalita, es una roca ígnea plutónica compuesta de cuarzo y plagioclasa, hornblenda y biotita. También contiene ortoclasa pero en cantidades menores. Fue descrita por primera vez en el monte Adamello en los Alpes italianos y deriva su nombre del poblado de Tonale, cercano al sitio de su primera descripción.

Monzogranito, es un sub-tipo dentro la clasificación general de granito. Aunque la diferencia entre monzogranito y sienogranito es el porcentaje relativo de plagioclasas y feldespato potásico (mayor cantidad de plagioclasas en el monzogranito), normalmente el monzogranito posee un índice de color mayor que el sienogranito.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

Está investigación se realizó dentro de las provincias de Huaylas y Santa, pertenecientes al departamento de Ancash; hidrográficamente se encuentra limitando con la cuenca del santa en el este, la cuenca Lacramarca en el Norte, el océano pacifico en el oeste y con la cuenca Casma en el sur.

La cuenca se ubica entre las coordenadas UTM (datum WGS84 zona 18S):

E: 110000 m – 190000m

N: 8970000m – 9020000m

En los mapas (G-01 y G-02) se muestran la ubicación geográfica e hidrográfica del área de estudio.

3.2 MATERIALES

3.2.1. Información básica

- Carta nacional: 18g, 18h, 19g y 19h. (Anexo 01)
- Fisiografía, fue hecha en base al INGEMMET (Anexo 12)
- Pendiente, Se usó modelos de elevación digital que fueron: S09W78, S09W79, S10W78, S10W79 del ASTER GDEM (Anexo 02)
- Precipitación, Se usó información de 7 estaciones pluviometrías (Anexo 05.01)
- Cobertura de uso, Se obtuvo por medio de imágenes satelitales landsat8 y Áster, las cuales fueron: LC80080662016183LGN00 y LC80090662016302LGN00 (Anexo 03 y Anexo 04)
- Aceleraciones sísmicas, se realizó en base al mapa de aceleración sísmica del Perú, hecho por el IGP (Anexo 14)
- Movimientos de masa, se obtuvieron del GEOCATMIN (Anexo 11), información de visitas de campo (Anexo18 al 20), del Google Earth pro y SASplanet (Anexo 09 y 10)
- *Precipitación,* se usó información de 7 estaciones pluviométricas (Anexo 05.01)

- *Pendiente*, se usó modelos de elevación digital que fueron: S09W78, S09W79, S10W78, S10W79 del ASTER GDEM (Anexo 02, para el caso de la erosión)
- *Suelos*, se usó una capa proporcionada por el INAIGEM, por medio del Ing. Helder Mallqui Meza.
- *Cobertura vegetal*, se obtuvo por medio de las imágenes satelitales Landsat8 (Anexo 03, para el caso de la erosión)
- Precipitación de 24horas: se usó información de precipitación de 24h (Anexo 05.02)
- *Centros poblados* (Anexo 01)
- *Red vial* (Anexo 08)
- *Zonas agrícola* (Anexo 03 y 04)
- *Centros educativos* (Anexo 01)

3.2.2. Información pluviometrica

La información pluviométrica utilizada en el estudio, se obtuvo del SENAMHI. En el Anexo 05.01, se muestran los datos hidrológicos de cada estación, los cuales se usaron en esta tesis.

3.2.3 Materiales, equipos y programas de cómputo

- GPS
- Cuaderno de apunte
- Lapicero
- Cámara fotográfica
- LapTop personal
- Programas de computadora: Paquete Microsoft Office 2013 (Excel, Power Point, Word), ArcGIS 10.1, ENVI 5.1, Erdas Imagine 2011.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Información cartográfica

A. Mosaico satelital.- se obtuvó uniendo las imágenes satelitales LC80080662016183LGN00 y LC80090662016302LGN00 (descargada en GLOVIS USGS) mediante le comando: ***Arctoolboox > Data Management Tools > Raster > Raster Dataset > Mosaic.***

B. Rios.- se utilizaron las cartanas nacionales de las zonas 18g, 18h, 19g y 19h (descargadas del MINEDU), uniendolas y cortando la zona correspondiente a la cuenca Nepeña, mediante los comandos: ***Geoprocessing > Merge***, ***Geoprocessing > Clip.***

C. Curvas de nivel.- se utilizaron las cartanas nacionales de las zonas 18g, 18h, 19g y 19h (descargadas del MINEDU), uniendolas y cortando la zona correspondiente a la cuenca Nepeña, mediante los comandos: ***Geoprocessing > Merge***, ***Geoprocessing > Clip.***

D. Lagos y lagunas_ se utilizaron las cartanas nacionales de las zonas 18g, 18h, 19g y 19h (descargadas del MINEDU), uniendolas y cortando la zona correspondiente a la cuenca Nepeña, mediante los comandos: ***Geoprocessing > Merge***, ***Geoprocessing > Clip.***

3.3.2 Variables tematicas:

A. Mapa base.- se obtuvo superponiendo todas las capas de la información cartográfica que aparece en el ítem 3.3.1 (ver Mapa G-03)

B. Fisiografia- se georeferenció el mapa base del INRENA (anexo 13), luego se vectorizó el área en estudio y de esa forma se obtuvo la fisiografia de la zona en estudio, para ello, se usó la herramienta georeferencing, que está dentro del ArcGIS 10.1

C. Geología.- se usó la información cartografica disponible del INGEMMET, referida a las cartas: 19-f1, 19-g4, 19-g1, 19-h4, 19-g3, 19-g2 y 19-h3 (anexo 12); se georeferenció las cartas 19-g4 y 19-g1 (ya que no estaba disponible en shapefile); luego se procedió a vectorizar los distintos tipos de rocas de cada carta geológica, añadiendo un atributo a cada tipo de polígono, como indica la leyenda de cada mapa.

Una vez culminado ese procedimiento, se procedió a pegar todas las cartas geológicas mediante el comando: ***Merge*** en ArcGIS10.1

D. Isoyetas, se usó datos de precipitación que están corregidos y extendidos (ver anexo 05.01); luego se regionalizó con el fin de tener una ecuación en función de la elevación y la precipitación (ver anexo 06.01); finalmente se llevó esa ecuación al ArcGIS, para así poder generar isoyetas en la zona de interés, el comando que se usó fue: ***Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >Map Algebra > Raster Calculator.***

E. Pendiente.- se obtuvo a través del modelo de elevación digital de las siguientes zonas: S09W78, S09W79, S10W7 y S10W79, que fueron descargadas del MINAM (anexo 02), luego se procedió a usar el comando: ***Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >Surface > Slope.***

F. Cobertura vegetal.- se comparó imagenes satelitales Landsat 8 y aster (ver anexo 03 y 04), para tener información completa de la zona; para el procesamiento se usó el software Erdas imagine 2011 y el ENVI 5.1, realizandose correciones geométricas, radiométricas y atmosféricas. No se realizó correción geométrica en las imágenes Landsat 8, ya que estas se descargan con correciónes geométricas hechas. Luego se realizó una clasificación supervisada de las imágenes, para obtener los diferentes tipos de cobertura de la zona y por último se realizó la clasificación maestra en base a la información de campo, imágenes de Google Earth pro y el SASplanet.

3.3.3 Mapa de susceptibilidad física

Para la integración de las variables tematicas se clasificó en base a las tablas N°02 al N°06 Una vez colocado los valores correspondientes a cada variable temática, se procedió a integrar usando la fórmula N° 01.

3.3.4 Peligros

A. Sismo

Se georeferenció el mapa de aceleraciones sísmicas (anexo 14), vectorizando la zona en estudio (mediante el comando “create features”), asi se obtuvo el mapa de aceleraciones sísmicas (Mapa G-20), luego se procedió a colocar sus respectivos pesos en base a la tabla N°15

Tabla N° 15: Categoría de aceleración sísmica (cm/s^2)

N°	CATEGORÍA	DESCRIP. SISMO	ÁREA (Ha)	P_SISMO
1	Alta	400-450	99860.03	2
2	Modera. Alta	350 - 400	52226.88	1
3	Muy alta	450 - 500	36836.29	3

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 102

B Erosión hídrica

i. Para la determinación del factor de erosividad de lluvia, primero se obtuvo un modelo de elevación digital de precipitación, para lo cual se usó la ecuación de la precipitación vs altura (ver anexo 06.01).

Se introdujo la ecuación de precipitación vs altura en el ArcGIS, mediante el comando ***Map algebra***. De esa forma se obtuvo el modelo de elevación digital de precipitación, luego se usaron las ecuaciones del "3" al "5" para determinar el factor "R" en el modelo de elevación digital de precipitación, mediante el comando ***Map algebra***. Finalmente se eligió el valor más critico (mayor valor numerico).

El comando usado fue: ***Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >Map Algebra > Raster Calculator.***

ii. Para calcular el factor L.S, primero se determinó la pendiente de la zona en estudio, lo cual se realizó con el comando **Slop,** en ArcGIS 10.1, luego se reclasificó en base a la tabla N°08.

Los comandos a usados fueron:

Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >surface > slop

Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >reclass > reclassife

iii. Factor "K", se determinó asignando valores en base a la tabla N°07, mediante el comando: ***Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >reclass > reclassife***

iv. El factor "C", se halló asignando un valor en base a la tabla N°09 a la cobertura vegetal que se obtuvo de las imágenes satelitales de la zona en estudio.

El comando usado fue: ***Arctoolboox > Spatial Analyst Tools >reclass > reclassife***

v. Una vez que se obtuvieron todas las variables temáticas, estas se pasaron a un mismo formato, en este caso raster. Para hallar la erosión se usó la ecuación "2", con ayuda del comando: ***Arctoolbox >Spatial Analyst tools >Map algebra > raster calulator***.

C. movimientos de masas o remoción en masa

Una vez que se logró ubicar los peligros geológicos en la zona de estudio, se procedió a llevar los puntos de ubicación que se tomaron al ArcGIS, luego mediante el Google Earth pro y el SASplanet, se procedió a vectorizar las zonas de movimientos de masa (mediante el comando "create features"). De esta manera se logró obtener la zonficación de los movimientos de masa; posteriormente le se añadió los pesos en base a la tabla N°01 y se presentó en el Mapa G-17.

D. Precipitación de 24 horas

se usó el registro de lluvias criticas que aparece en el anexo 05.02, luego se procedió a regionalizar la información para asi obtener una ecuación como se observa en el anexo 06.03, finalmente se llevó esta ecuación al ArcGIS y se uso el comando: ***Arctoolbox >Spatial Analyst tools >Map algebra > raster calulator,*** para obtener le modelo de elevacion digital de precipitación de 24 horas. De este último modelo se obtuvo el mapa de isoyetas de 24 horas.

3.3.5 Mapa de peligros totales

A. Generación de un mapa de inestabilidad por erosión

Se procedió a unir el mapa de remoción de masas y la erosión, luego se adicionó un campo al resultado, donde se realizó la suma de los pesos del mapa de remoción de masa y la erosión. Finalmente se procedió a hacer una reclasificación en base a la tabla N°16.

El comando que se usó para la unión fue: ***Geoprocessing>unión***

Tabla N°16: Inestabilidad por erosión

Nueva valoración	rangos	categoría
1	2	Muy baja
2	4	Baja
3	6	Moderada
4	8	Alta
5	10 ≥	Muy alta

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro, & Fonseca (2001), pág. 100

B. Generación de un mapa de peligro por precipitación

De la misma manera que se hizo anteríormente se procedio a unir el mapa de inestabilidad por erosión con el mapa de precipitación de 24 horas (ver mapa G19A), obteniendo así el

mapa de inestabilidad por precipitación (ver mapa G19B), luego se procedió a unir con el mapa de susceptibilidad física, para obtener el mapa de peligro por precipitación.

La tabla N°17, muestra el criterio para la recategorización una vez que se suman los pesos de las 3 capas (inestabilidad por erosión, precipitación de 24 horas y susceptibilidad fisica)

El comando que se usó para la union fue: ***Geoprocessing>union***

Tabla N°17: Recategorización de peligro por precipitación

Nueva valoración	rangos	categoría
1	3	Muy baja
2	6	Baja
3	8	Moderada
4	12	Alta
5	15 ≥	Muy alta

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 101

C. Generación de un mapa de peligro por sismo

Se unió el mapa de aceleración sismica (Mapa G-20) con el mapa de inestabilidad por erosión; mediante el comando "***union***" obteniendose de esta manera el mapa de inestabilidad por sismo (se creó un campo y se sumaron los pesos), finalmente este resultado se unió al mapa de susceptibilidad física, al resultado de esta unión se le añadió un campo y se sumaron los pesos de las capas que se usaron. Finalmente se obtuvo el mapa de peligro por sismo.

El comando a usado fue: ***Geoprocessing>unión***

Tabla N°18: Recategorización de peligro por sismo

Nueva valoración	rangos	categoría
1	3	Muy baja
2	6	Baja
3	8	Moderada
4	12	Alta
5	15 ≥	Muy alta

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 101

D. Integración de las variables para hallar el mapa de peligros totales

Se unió el mapa de peligro por precipitación con el mapa de peligro por sismo (se añadió un campo con la suma de los pesos de las capas que se unieron), de esta manera se logró obtener el mapa de peligros totales en la zona de estudio, el mapa final se recategorizó y se clasificó en: muy alto, alto, moderado, bajo.

El comando que se uso para la unión fue: ***Geoprocessing>unión***

Tabla N°19: Recategorización de peligros totales

Nueva valoración	rangos	categoría
1	2	Muy baja
2	4	Baja
3	6	Moderada
4	8	Alta
5	10 ≥	Muy alta

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 103

3.3.6 Elementos expuestos

A. Centros poblados

Para el caso de los centros poblados se descargaron del MINEDU (anexo 01), en formato shapefile, el comando que se usó para poder añadir al programa fue: ***Add data,*** el análisis del procedimiento está en el ítem 3.3.7, sección "C"

B. Red vial

Esta capa se logró obtener en formato shapefile del MTC (anexo 01), de la misma manera se añadió con el comando: ***Add data,*** el análisis del procedimiento está en el ítem 3.3.7, sección "A"

C. Zonas agrícolas

Se obtuvo de las imágenes satelitales, para lo cual se procedió a usar el comando: ***data*** > ***Export data.*** El análisis del procedimiento está en el ítem 3.3.7, sección "B"

D. Centros educativos

También se obtuvieron del MINEDU (anexo 01), se usó el comando ***Add data*** para poder añadir esta capa. El análisis del procedimiento está en el ítem 3.3.7, sección "D"

3.3.7 Determinación de los niveles de vulnerabilidad física

A. Vulnerabilidad física de la red vial

Se superpuso la capa de peligros totales con la capa de red vial que se descargó del Ministerio de Trasportes y Comunicaciones (MTC, anexo 08), y de esta manera se determinó qué tramo de carretera y cuántos metros lineales de pista podrían ser afectados al momento de ocurrir un evento en la zona de estudio.

El comando usado fue: ***Geoprocessing>Intersect***

B. Vulnerabilidad física de las zonas agrícolas

De manera similar, al momento de intersectar la capa de terrenos agrícolas, con el mapa de peligros, se determinó los niveles de vulnerabilidad física para los terrenos agrícolas.

El comando usado fue: ***Geoprocessing>Intersect***

C. Vulnerabilidad física de centros poblados

Intersectando los centros poblados con el mapa de peligros, se determinó qué centros poblados son más vulnerables ante los movimientos de masa.

El comando usado fue: ***Geoprocessing>Intersect***

D. Vulnerabilidad física de los centros educativos

De la misma manera, al momento de intersectar los centros educativos (MINEDU, anexo 01) con el mapa de peligros, se determinó qué centros educativos, presentan mayor o menor vulnerabilidad física y cuantos estudiantes y profesores serán afectados.

El comando usado fue: ***Geoprocessing>Intersect***

3.3.8 Flujogramas para determinar la vulnerabilidad física

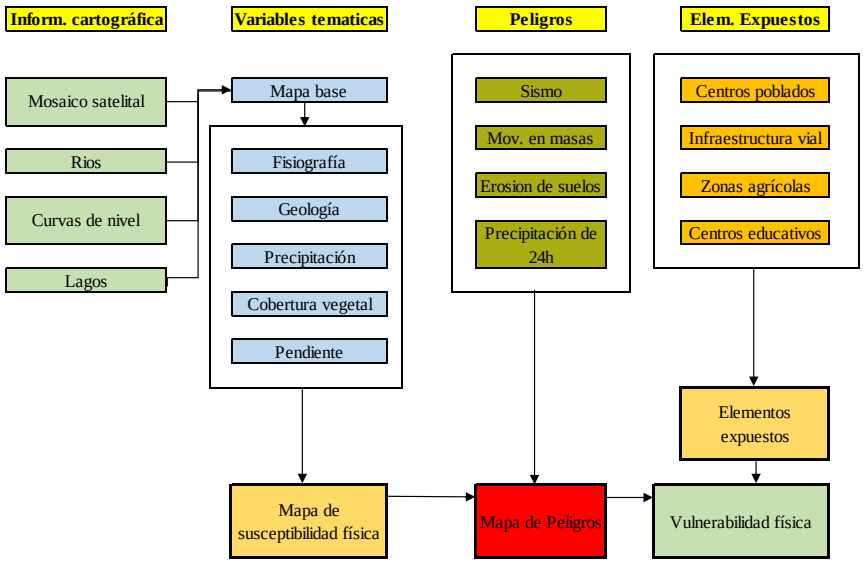


Figura N°13: Flujograma general para determinar la vulnerabilidad física.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011, pág. 7

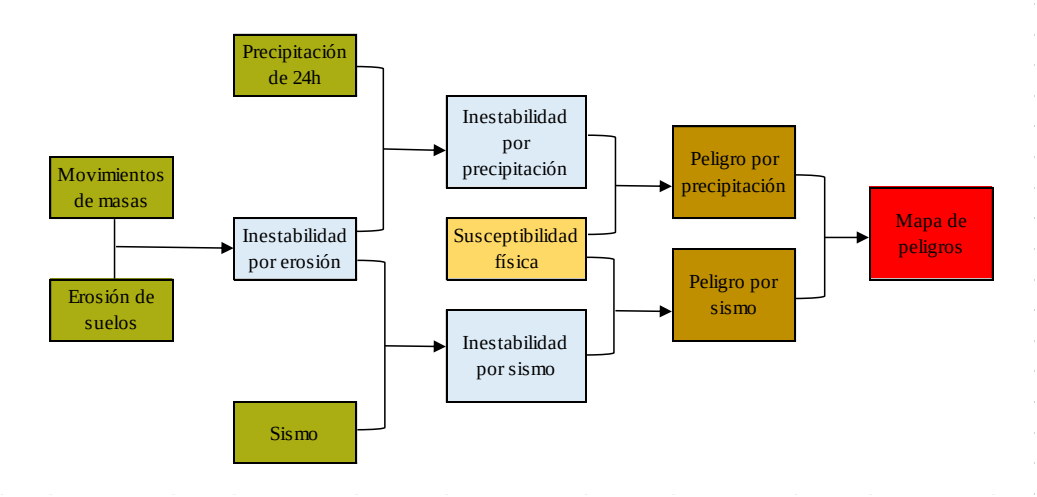


Figura N°14: Flujograma para determinar el mapa de peligros.

Fuente: Ojeda, Valencia, Castro & Fonseca (2001), pág. 149

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA DE LA CUENCA NEPEÑA

4.1.1 Delimitación del área de aporte

En los mapas G-02 y G-03, se puede observar la ubicación política e hidrográfica de la cuenca Nepeña a continuación se muestra el área de las subcuencas pertenecientes a la cuenca.

Tabla N°20: Subcuencas de la cuenca Nepeña

N°	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Km^2)
1	Lappra	149.33
2	Larea	384.30
3	Medio Bajo Nepeña	17.61
4	Loco	444.90
5	Medio Nepeña	50.83
6	Bajo Nepeña	313.67
7	Medio Alto Nepeña	84.70
8	Lampanin	116.74
9	Alto Nepeña	326.23
TOTAL		**1888.31**

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Determinación de las variables tematicas

Mapa G-11, presenta 6 clases de fisiografía, para el "peso" de cada unidad, se realizó en base a la Tabla N°03. En el caso de costa colina y montaña, se le asignó el peso de "3" ya que esta unidad no es una montaña empinada, sino que concuerda con la descripción de montaña moderadamente empinada; en el caso de la costa planicie, por ser un sector que puede ser inundable, se le asignó el valor de "2", para el caso de las otras 4 unidades el análisis fue similar.

Tabla N°21: Clasificación fisiográfica

N°	FISIOGRAFÍA	ÁREA (Ha)	PESO
1	Costa colina y montaña	51975.63	3
2	Costa planicie	14433.34	2
3	Costa planicie ondulada a disectadas	15274.73	3
4	Sierra alto andina colina y montaña	31466.78	5
5	Sierra baja andina montaña	40548.44	3
6	Sierra meso andina montaña	35224.03	4

Fuente: Elaboración propia

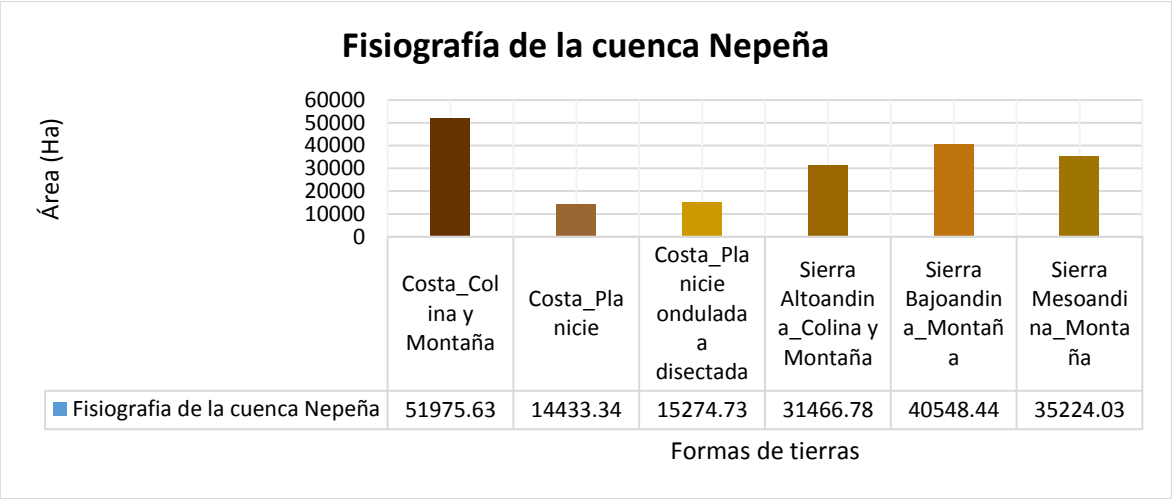


Figura N°15: Gráfica de las áreas de la fisiografía de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

Mapa G-13, En la litología se determinó 68 tipos distintos de rocas, que se presenta a continuación con sus respectivos pesos, que fueron colocados en función de la Tabla N°02, en el marco teórico.

En el caso de la unidad 19° que fue la roca diorita, se le colocó un peso de "1", ya que esta es un yacimiento de roca ígnea y la tabla N°02, nos muestra un grupo de rocas de un determinado tipo de grupo ya sea esta sedimentaria, metamórfica e ígnea. En la tabla N°22, al principio en algunos casos en litología se hace mención de la roca (palabras en mayúscula), luego se describe la composición de los minerales que estas presentan; en otros casos sólo nos dan los tipos de minerales que presentan las rocas, para así poder saber qué tipo de roca será.

Teniendo todo eso en cuenta, se realizó la valoración de los respectivos pesos de las 68 unidades litológicas de la zona en investigación como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°22: Clasificación litológica para determinar la susceptibilidad física

N°	CODIGO	LITOLOGÍA	PESOS
1	ah	alteración hidrotermal	2
2	Js-si	FORMACIÓN SIMBAL, intercalación de areniscas grises de grano fino a medio	4
3	Ki-ca	Grupo Goyllarisquizga - Fm. Carhuaz - Areniscas gris verdosas	4
4	Ki-cd-pt	Complejo de diques cizallados	1
5	Ki-chi	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Chimú	4
6	Ki-chu	Fm. Chulec - Calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas.	4

7	Ki-fa	Fm. Farrat,	4
8	Ki-g,di-pt	Gabro, diorita	1
9	Ki-hmy/a	Depósito de flujo de lava andesítica y valsítica, gris verdosa de textura afanítica.	3
10	Ki-hmy/a	Depósito de flujo de lava andesítica y valsítica, gris verdosa de textura afanítica	3
11	Ki-j	FORMACIÓN JUNTO, lavas almohadilladas hacia la base, su espesor varía hasta 100m	3
12	Ki-pt	Fm. Pariatambo, Calizas	4
13	Ki-sa	FORMACION SANTA, calizas grises de grano fino, espesor promedio de 300m	4
14	Ki-sa	FORMACION SANTA, calizas grises de grano fino, espesor promedio de 300m	4
15	Ki-to-h2	Huaricanga 2 - Tonalita	1
16	Ks-gd-r	Granodiorita	1
17	Ks-gdi-mzgr-pu	Granodiorita, monzogranito.	1
18	KsP-di	Intrusivos plutónicos, Batolito de la costa, dioritas	1
19	KsP-di-ms	DIORITA, afloramiento masivo, diorita melanocrata, roca gris oscura, cuarzo y anfiboles.	1
20	Ksp-gb/di-ms	GABRO/DIORITA, afloramiento de roca intrusiva, inequigranular, mesocrata a metanocrata.	1
21	KsP-gd	Intrusivos plutónicos, Batolito de la costa, granodioritas	1
22	KsP-gd-ms	GRANITO, holocristalina fanerítica, cristales de feldospato potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita	1
23	KsP-gd/to	Pluton, Cerro Campana	1
24	KsP-gd/to-ms	GRANODIORITA/TONALITA, afloramiento masivo, roca holocristalina, mesocrata.	1
25	KsP-gr-ms	GRANITO, Afloramiento de roca holocristalina, inequigranular, leucocrata de color gris rosacea.	1
26	KsP-gr/di	Batolito de la Costa, granito-diorita	1
27	KsP-hu	Fm. Huaylas	4
28	KsP-to	Batolito de la costa, tonalitas	1
29	Nm-an	Rocas intrusivas, andesitas	1
30	Nm-da	Dacita	1
31	Nm-gd	Granodiorita	1
32	Nm-ri	Riolita	1
33	Pe-di-pa	DIORITA, afloramiento masivo, roca melanocrata, cristales de anfiboles (15%) y plagioclasa (50%)	1
34	Pe-di/to-qg	Afloramiento de roca intrusiva holocristalina, mesocrata de grano medio	1
35	Pe-gd-pa	GRANODIORITA, afloramiento masivo, holocristalina, leucotratas.	1
36	Pe-gd-qg	GRANODIORITA, afloramiento masivo, roca holocristalina, leucotrata de grano medio.	1
37	Pe-gr/gd-qg	GRANITO/ GRANODIORITA, aflorammiento intrusivo holocristalino, leucocrata.	1
38	Pe-mzg-lu	MONZOGRANITO, afloramiento intrusivo, holocristalino, inequigranular.	1
39	Pe-mzgr-pa	MONZOGRANITO, afloramiento mazivo, roca holocristalina, leucocrata, fenocristales de feldospatos	1

40	Pe-to-qg	TONALITA, afloramiento masivo, tonalita holocristalina, gris clara, cristales de plagioclasa (40%)	1
41	Po-ja/2	Depósito de flujo de bloques y cenizas andesíticas, con espesor promedio de 400m	3
42	Po-ja/3	Flujo de lava andesíticas, porfiríticas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno, espesor de 100m	3
43	Po-ja/3	Flujo de lava andesíticas, porfiríticas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno, espesor de 100m	3
44	Po-pu/1	Secuencia Pucacoto, depósitos de flujos de bloques y cenizas	3
45	Po-pu/2	Secuencia Pucacoto, flujos de lavas andesítica, de textura porfirítica	3
46	Po-puc/3	Secuencia Pucacoto, depósitos de flujos de bloques y cenizas	3
47	Po-so/1	Secuencia Sogopegan, depósitos de flujos de bloque y cenizas.	3
48	Po-so/2	Secuencia Sogopegan, depósitos de flujos de bloque y cenizas.	3
49	Po-so/3	Secuencia Sogopegan, depósitos de flujos de bloque y cenizas.	4
50	Po-so/4	CENTRO VOLCÁNICO, depósito de flujo de lava andesítica tiene un espesor total de 400m	3
51	Po-so/4	CENTRO VOLCÁNICO, depósito de flujo de lava andesítica tiene un espesor total de 400m	3
52	Po-to-so	TONALITA, afloramiento masivo, tiene cristales de plagioclasa (35%), cuarzo (25%) y biotita (15%)	1
53	Po-uct/1	Volcán Ultocruz-Ticas, Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas	4
54	Po-uct/3	CENTRO VOLCÁNICO ULTO CRUZ-TICO, depósito de flujo de lava andesitica gris verdosa.	3
55	Po-uct/3	CENTRO VOLCÁNICO ULTO CRUZ-TICO, depósito de flujo de lava andesítica gris verdosa.	3
56	Po-utc/2	Dep. Aluviales 1 - Gravas, arenas mal seleccionados en matriz arenolimosa.	5
57	Po-utc/2	Dep. Aluviales 1 - Gravas, arenas mal seleccionados en matriz arenolimosa.	5
58	Q-al1	Deposito aluvial, constituido por grava sub_redondeada, arena y limo su espesor es de 20m a 40m	5
59	Q-al2	Depósito en forma de terraza reciente, conformados por la acumulación de arenas finas, limos	5
60	Q-al2	Depósito en forma de terraza reciente, conformados por la acumulación de arenas finas, limos	5
61	Q-e1	Acumulación de arena de grano medio, trasportados por el viento, su espesor varia de 30 a 80m	5
62	Q-e2	DEPOSITO EOLICO2, Acumulación de arena de grano fino semi consolidado, tiene un espesores entre 10 a 40m	5
63	Q-fb	Flujos de Barro	5
64	Q-fl	DEPOSITOS FLUVIALES, Acumulación de arenas y limos, en terrazas recientes, cuenta con un espesor de 5 a 15m	5
65	Qh-al1	Dep. Aluviales 1 - Gravas, arenas mal seleccionados en matriz arenolimosa.	5
66	Qh-al1	Dep. Aluviales 1 - Gravas, arenas mal seleccionados en matriz arenolimosa.	5
67	Qh-al2	Dep. Aluviales 2 - Gravas, arenas mal seleccionados en matriz arenolimosa.	5
68	Qpl-mo	Depositos Morrénicos - Fragmentos angulosos a subangulosos, diámetro variable en matriz.	5

Fuente: Elaboración propia

Mapa G-15, la precipitación asciende aproximadamente hasta los 930 mm. Para la valoración de los pesos se tuvo en cuenta la tabla N°05. Este criterio fue propuesto por los especialistas del Ministerio del Ambiente, el cual usó como base la calibración de la cantidad de energía cinética de la lluvia al momento de caer al suelo.

Para las isoyetas de 25 a 50 mm, le corresponde un peso de "2" según la tabla, el análisis fue similar para el resto de las isoyetas.

Tabla N°23: Pesos de la precipitación para la susceptibilidad

N°	PRECIPITACIÓN (mm)	ÁREA (Ha)	PESOS
1	0 – 25	17446.05	1
2	25 – 50	11206.8	2
3	50 – 100	6499.08	3
4	100 – 200	42705	3
5	200 – 300	30948.57	4
6	300 – 400	24188.22	4
7	400 – 500	22873.68	5
8	500 -600	18085.86	5
9	600 – 700	5987.88	5
10	700 – 800	3594.78	5
11	800 – 900	2569.68	5
12	> 900	2817	5

Fuente: Elaboración propia

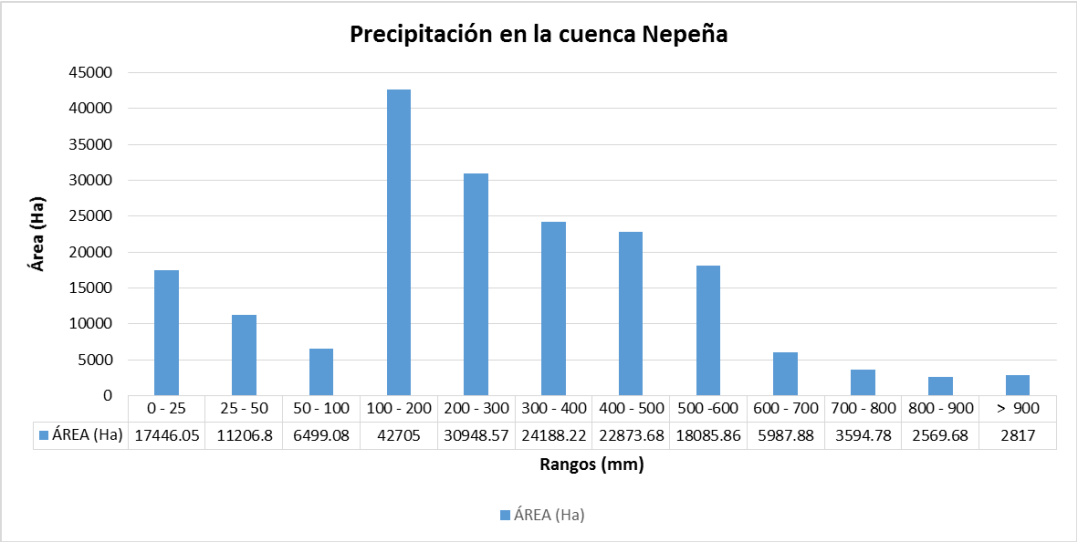


Figura N°16: Gráfica de las áreas de precipitación de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

Mapa G-14, la zona de investigación presenta 5 categorías las cuales fueron agrupadas en base a la tabla N°04 del marco teórico; en la figura N°17 se puede apreciar que la pendiente de 25 – 50% es la que mayor predominancia posee el lugar.

Tabla N°24: Pesos para la pendiente

N°	DESCRIPCIÓN (%)	ÁREA (Ha)	PESOS
1	0-15	36491.83	1
2	15-20	12166.62	2
3	25-50	66743.27	3
4	50-75	52724.45	4
5	> 75	20787.2	5

Fuente: Elaboración propia

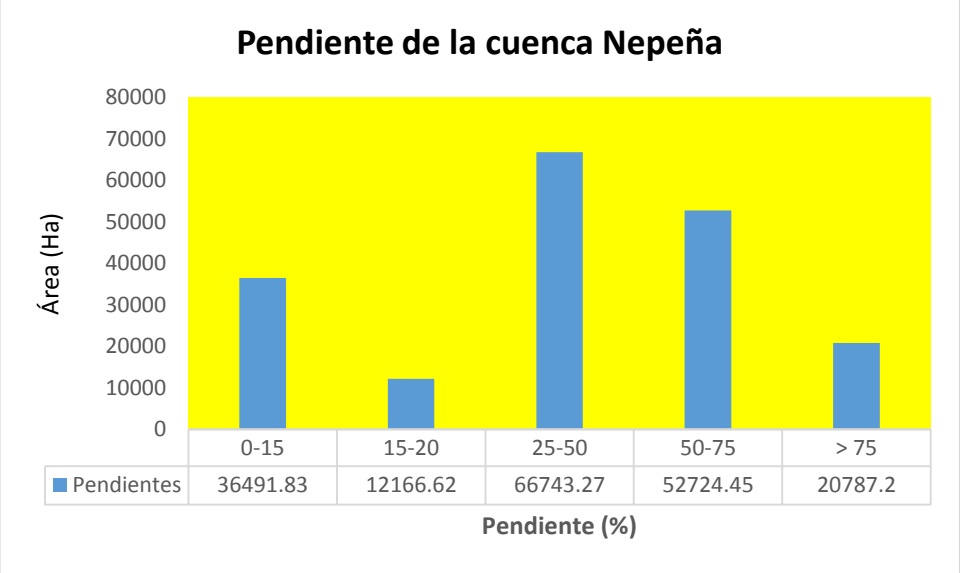


Figura N°17: Gráfica pendientes en la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

Mapa G-12, existen 8 distintas clases de cobertura como se muestra en el cuadro N°25, al igual que en los casos anteriores para la designación del peso fue hecha en base a la tabla N°05 del marco teórico.

Pajonal (pastos), esta cobertura aparece en moderada en la tabla N°06, es por ello que se le asignó este valor; para el caso de las demás cobertura que no aparecen se le asignó un peso a un tipo de cobertura similar.

Tabla N°25: Pesos para el uso de cobertura

N°	DESCRIPCIÓN DE USO	ÁREA (Ha)	PESO
1	Agricultura costera y andina	25436.95	1
2	Área alto andina rocosa sin vegetación	2120.81	1
3	Cardonal	24109.1	3
4	Desierto costero y andino	35321.81	5
7	Pajonal	57263.98	3
8	Suelo desnudo	44670.55	5

Fuente: Elaboración propia

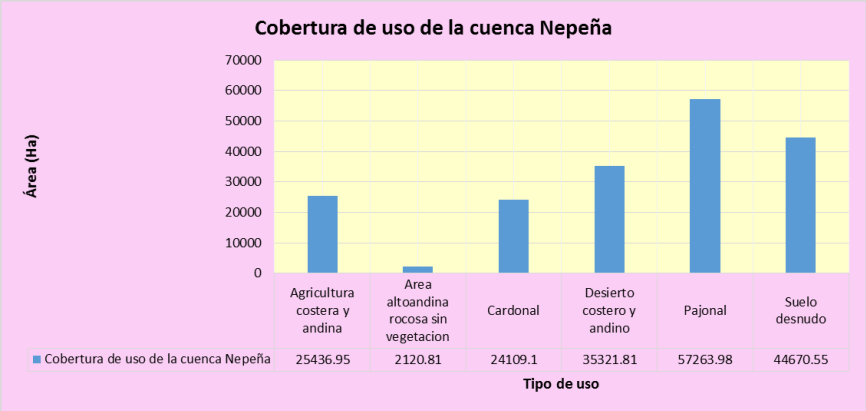


Figura N°18: Gráfica del uso de suelos de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Integración de las variables temáticas

Mapa G-16, el mapa final nos muestra las características en base a la susceptibilidad física de la zona en estudio en base a la pendiente, precipitación, cobertura de uso, litología y fisiografía.

La parte alta de la cuenca presenta susceptibilidad física alta a muy alta ya que la precipitación es bastante fuerte en esa zona, la pendiente es abrupta, la cobertura vegetal es pobre y escaza, en la litología sus rocas son bastante inestables y su fisiografía son montañas altas y disectadas. Todo esto contribuye a que el terreno presente mayor susceptibilidad física.

La parte media y baja, presentan una susceptibilidad física moderada, baja y muy baja, ya que la precipitación en esta zona no es tan abundante como en la cabecera de la cuenca, por otro lado la pendiente en este sector va de 0 – 50%, lo que de alguna manera hace que la

susceptibilidad física sea moderada. La presencia de la cobertura vegetal es más vigorosa, lo que aporta a una mayor estabilidad

Tabla N°26: Categorías de la susceptibilidad física

N°	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	PESO
1	Muy baja	82.72	1
2	Baja	61086.25	2
3	Moderada	71011.8	3
4	Alta	53480.61	4
5	Muy alta	3140.73	5

Fuente: Elaboración propia

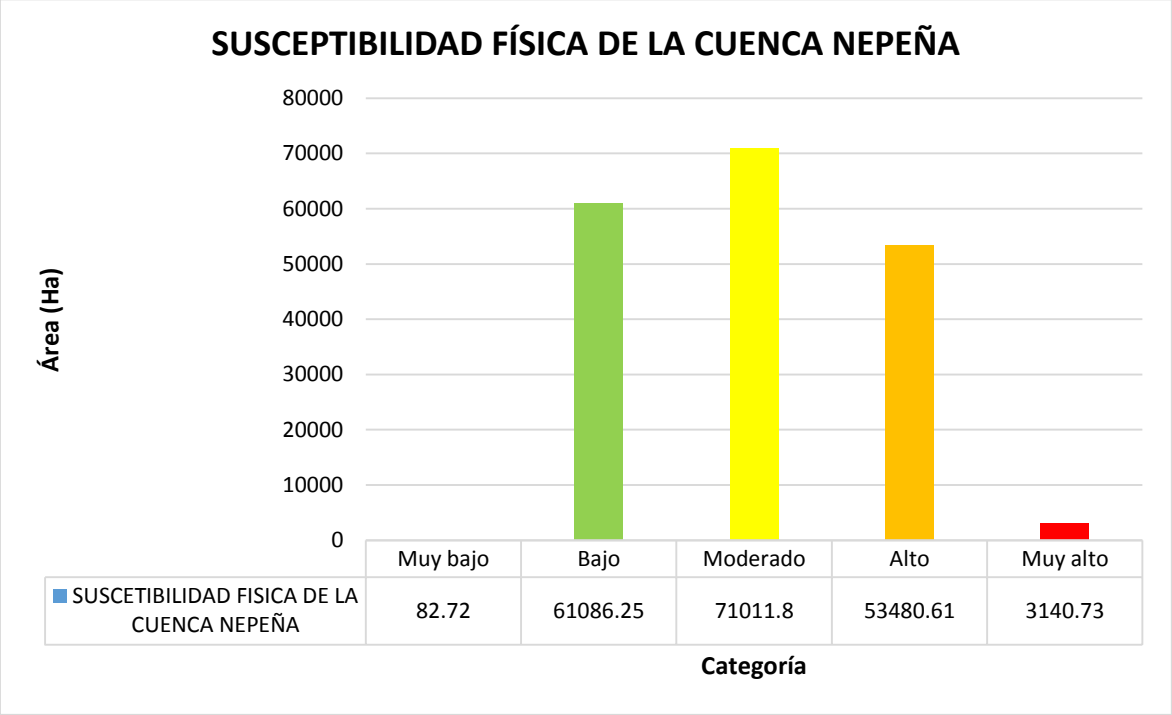


Figura N°19: Susceptibilidad de la cuenca Nepeña

Fuente: Elaboración propia

4.2 EROSIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA NEPEÑA

4.2.1 Obtención de las variables temáticas

Mapa G-09: en el caso del factor "R", se ve sus características de manera general, donde podemos observar que el máximo valor que presenta el factor "R" en la zona de estudio es de "936" y el mínimo es de "0" lo cual es lógico ya que en la costa no suele haber precipitación, el mapa fue hecho en base a las estaciones del anexo 05.01, como ya se explicó en el ítem 3.3.2.3-A-*i*.

Para obtener esos valores se aplicó las ecuaciones del "3" al "5" y posteriormente luego se sacó un promedio a estos valores, con la cual finalmente se tomó el valor más crítico, la cual fue proporcionada por la ecuación de Roose.

Mapa G-06: de manera similar en el caso del factor "LS" observamos que el máximo valor que presentó esta variable fue de "28.5" y el valor mínimo fue de "0" ya que en la zona de estudio la costa siempre se suele caracterizar por presentar una pendiente suave, lo cual nos dio como resultado ese valor, como se puede ver en el mapa.
Para la designación de estos valores se tuvo en cuenta la tabla N°08, la cual es sugerida por el autor del método.

Mapa G-07: el factor "K" posee un valor máximo de 0.32 y un mínimo de 0.2, siendo estos pesos fueron designados en base a la tabla N°07.

Para la designación de estos pesos, se tuvo que hacer un análisis de cada unidad de suelo con los valores de la tabla, en el caso del fluviosol eutrico (irrigado) hace referencia a un suelo procedente de depósitos aluviales; por lo cual en nuestra tabla el valor correspondiente es cantos, gravas y limos, por lo que se le designó un peso de "0.20"

Para el caso del páramo andosol, es un suelo volcánico, el peso que le corresponde es de 0.24, ya que los suelos volcánicos semejantes a este son: arenisca calcomargosas y marga; el análisis que se desarrolló para los demás suelos fue similar.

Tabla N°27: Clasificación de suelos de la cuenca Nepeña

N°	SÍMBOLO	GRUPO	ACRES	HECTÁREA	ÁREA (Km2)	% Km2	PESO
1		Fluvisol éutrico (irrigado)	36221.65	14658.38	146.58	7.75	0.20
2		Fluvisol éutrico (seco)	34341.26	13897.41	138.97	7.35	0.26
3		Lítico (no suelo) Litosol desértico	197186.24	79798.44	797.98	42.18	0.20
4		Litosol andino dístrico	71954.56	29118.98	291.19	15.39	0.25
5		Litosol desértico - Xerosol	17575.92	7112.72	71.13	3.76	0.26
6		Páramo Andosol (vítrico y ócrico) Lit.And.Dístrico	48070.41	19453.41	194.53	10.28	0.24
7		Paramosol éutrico-Lit.Andino Eutrico	43896.06	17764.1	177.64	9.39	0.32
8		Regosol éutrico	5324.96	2154.93	21.55	1.14	0.20
9		Solonchak órtico	12866.75	5206.99	52.07	2.75	0.24
TOTAL			**467437.81**	**189165.36**	**1891.64**	**100.00**	

Fuente: Elaboración propia

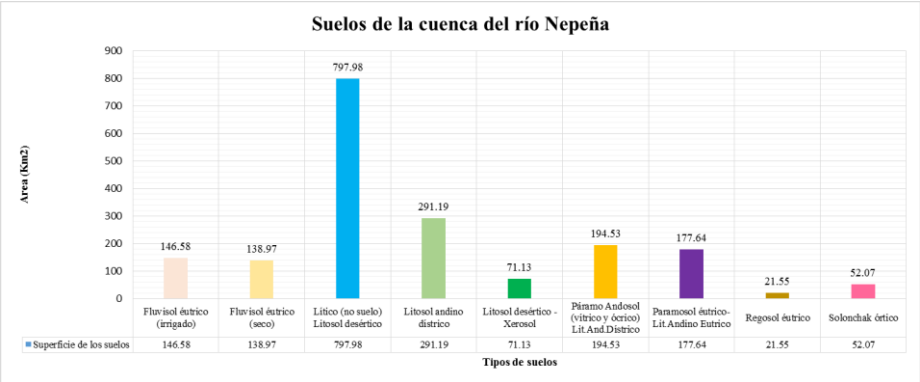


Figura N°20: Clases de suelos de la cuenca Nepeña

Fuente: Elaboración propia

Mapa G-08: el mapa de factor "C", presenta un mínimo de 0 en el caso de las zonas que no hay pérdida de suelos (zonas rocosas y lagos) y un máximo de 1 (minería y suelos desnudo), para el caso de los pajonales, esto es referido a los pastos, si revisamos la tabla N°09 a esta cobertura le correspondería un valor de 0.15 (referido a las "pasturas") , a las zonas agrícolas se les asignó el valor de 0.56, ya que en la costa hay una gran predominancia de sembríos de caña de azur como se ve en las fotografías de vulnerabilidad física en la agricultura (ver figura N°41).

Para el caso de los cardonales, es referido a plantas silvestres, la descripción más aproximada a esta es matorral ralo y eriales, lo cual nos da valores de 0.20 – 0.013, por ello tomamos el valor de 0.05. En el caso de las demás coberturas el análisis fue similar.

Tabla N°28: Clasificación de la cobertura vegetal en la cuenca Nepeña

N°	SÍMBOLO	GRUPO	ACRES	HECTÁREA	ÁREA (Km2)	%Km2	PESO
1		Agricultura costera y andina	62855.98	25436.95	254.37	13.46	0.56
2		Area altoandina rocosa y sin vegetación	5240.63	2120.81	21.21	1.12	0
3		Cardonal	59574.79	24109.1	241.09	12.76	0.05
4		Desierto costero y andino	86665.53	35072.35	350.72	18.56	1.00
5		Lagunas, lagos y cochas	616.43	249.46	2.49	0.13	0
6		Mineria	359.39	145.44	1.45	0.08	1.00
7		Pajonal	141142.77	57118.54	571.19	30.23	0.15
8		Suelo desnudo	110383.16	44670.55	446.71	23.64	1.00
TOTAL			**466838.67**	**188923.2**	**1889.23**	**100.00**	

Fuente: Elaboración propia

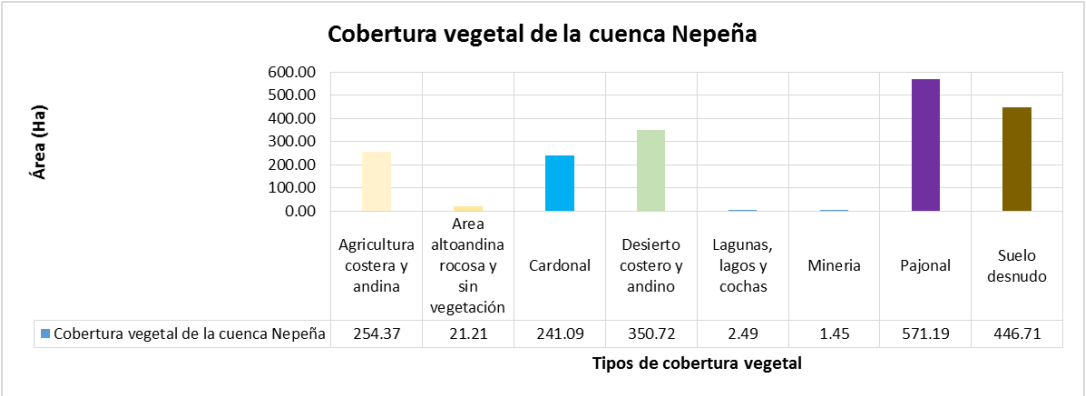


Figura N°21: Clases de la cobertura vegetal de la cuenca Nepeña

Fuente: Elaboración propia

4.3 DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN

Mapa G-10: la erosión se clasificó en base a la tabla N°10. Observemos que la erosión en la costa es 0; esto se debe a que en la costa no hay precipitación, mientras que en las partes altas de la cuenca presenta una erosión muy alta, debido a la abundante precipitación, así como las pendientes escarpadas que hay en esa zona y a la escaza vegetal que esta presenta.

Tabla N°29: Categorías de la erosión

N°	CATEGORÍA	EROSIÓN (Tn/año)	ÁREA (Ha)	PESOS
1	Baja	0 - 10	22567.55	1
2	Moderada	10 - 50	37120.23	2
3	Alta	50 -200	37702.79	3
4	Muy alta	> 200	91524.69	4

Fuente: Elaboración propia

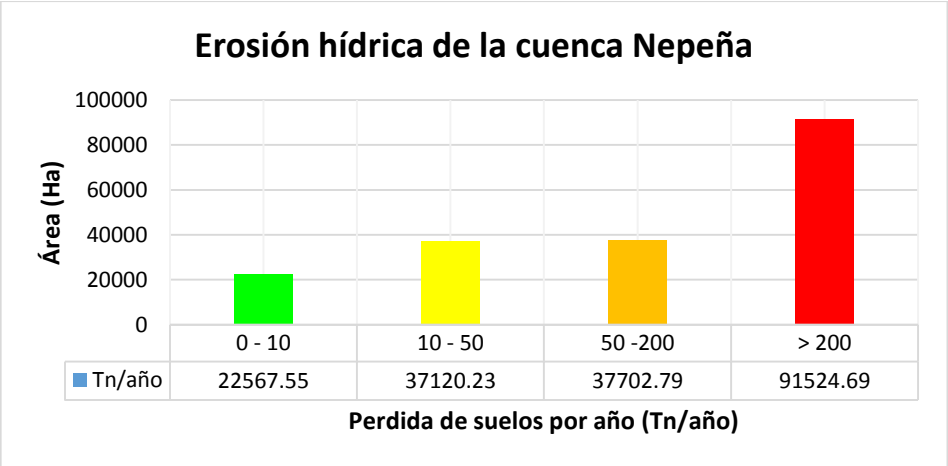


Figura N°22: Erosión hídrica de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Panel fotográfico sobre la presencia de la erosión hídrica

Figura N°23: Presencia de erosión laminar parte alta de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

Figura N°24: Erosión laminar en zonas con cobertura vegetal (parte media de la cuenca)

Fuente: Elaboración propia

4.4 MAPA DE REMOCIÓN DE MASAS

4.4.1 Zonificación de movimientos en masas o remoción en masa:

Mapa G-17: El mapa muestra los distintos tipos de peligros geológicos (geodinámica externa o movimientos de masa) que hay en la zona de investigación, de las cuales la erosión de ladera es el peligro más frecuente, en el caso de los arenamientos se presenta sólo en la parte costa, a continuación mostraremos los resultados de manera resumida.

Tabla N°30: Pesos de los peligros geológicos

N°	TIPO DE PELIGRO	PESO PELIGRO	ÁREA (Ha)
1	Flujo de detritos	4	1548.92
2	Arenamiento	5	4065.48
3	Caída de rocas	5	7225.94
4	Cárcavas	5	4165.92
5	Erosión de laderas	5	8376.48
6	Flujo	4	4270.59
7	Deslizamiento ant.	4	2358.35
8	Deslizamiento act.	5	2836
TOTAL			**34847.68**

Fuente: Elaboración propia

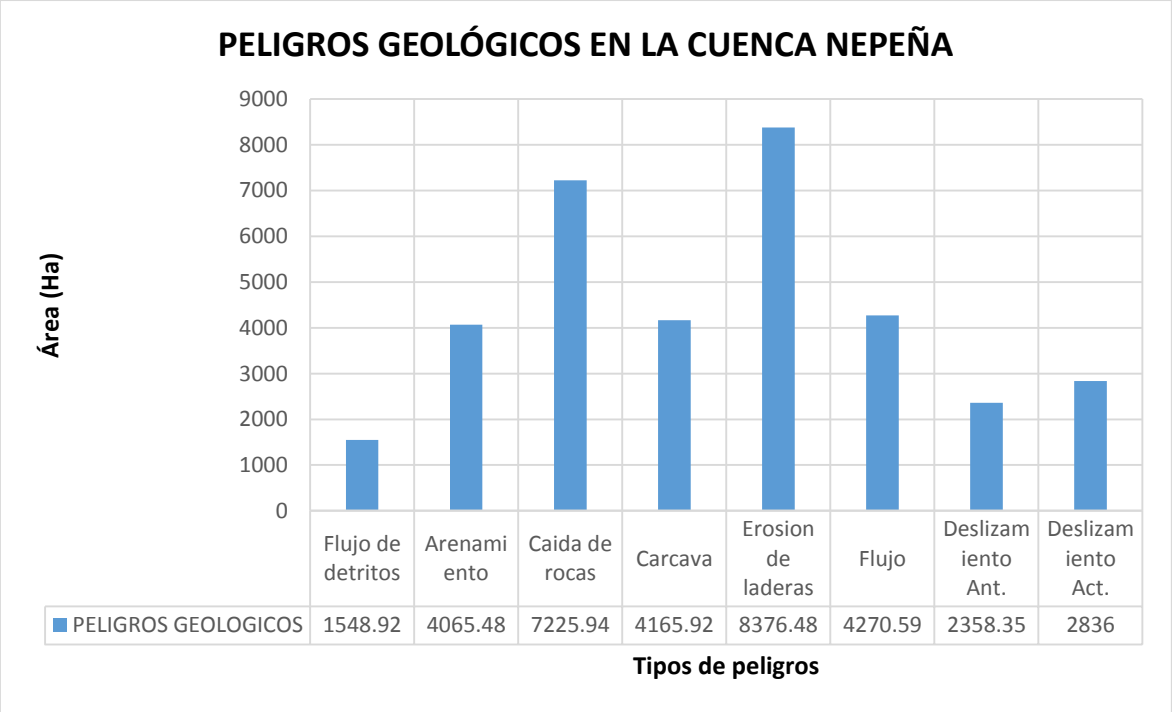


Figura N°25: Geodinámica externa de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Panel fotografico sobre los distintos peligros

Figura N°26: Presencia de arenamiento (parte baja de la cuenca, Nepeña)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°27: caída de rocas cerca de la red vial (parte media de la cuenca)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°28: Deslizamientos en la carretera (parte alta de la cuenca)

Fuente: Elaboración propia

Figura N°29: Flujo de detritos en la red vial, parte baja de cuenca

Fuente: Elaboración propia

Figura N°30: Arenamientos cerca de terrenos agrícolas

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Mapa de peligros totales

4.4.3.1 Generación de un mapa de inestabilidad por erosión:

Mapa G-18: muestra los grados de inestabilidad de erosión de la zona de estudio, así como las áreas que abarcan. No hay mucho que explicar en esta parte porque es sólo parte del proceso para la determinación del mapa de peligros totales, ahora a continuación se muestra los resultados de la unión de los mapas de movimiento de masas y la erosión.

Tabla N°31: Pesos de la inestabilidad por erosión

N°	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	PESO
1	Muy baja	66244.73	1
2	Baja	88221.12	2
3	Moderada	11971.84	3
4	Alta	16677.8	4
5	Muy alta	5799.61	5

Fuente: Elaboración propia

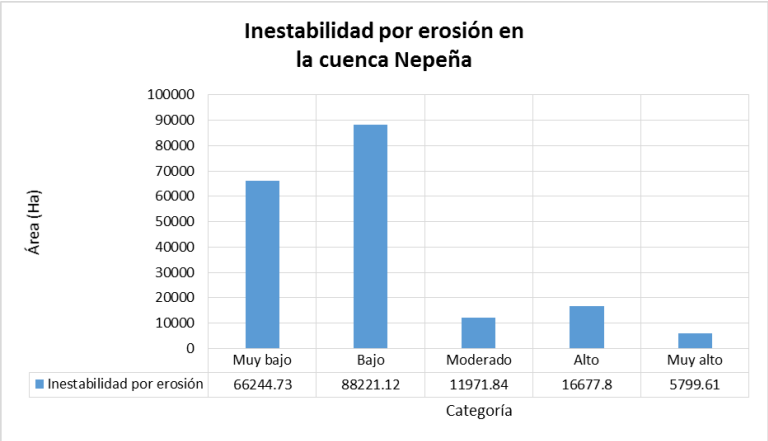


Figura N°31: Inestabilidad por erosión en la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2 Generación de un mapa de peligro por precipitación:

Mapa G-22: En la zona de investigación no existe la categoría muy bajo (ver tabla N° 34), ya que al momento de ejecutar el modelo, su unidad cartográfica es bastante insignificante (menos de 64 Ha), la clasificación del peligro por precipitación fue en base a la tabla N°17.

Ya observamos que los peligro geológicos o movimientos de masa se encontraban en toda la cuenca (mapa G-17), pero en el mapa G-22, vemos que sólo la parte alta de la cuenca cuenta con categorías alta y muy alta, esto se debe a que en la costa o parte media de la cuenca la precipitación de 24 horas no será tan intensa como puede ocurrir en las partes altas de la cuenca es por ello que sólo en la parte alta puede haber un movimientos de masas ante este tipo de factor detonante.

A continuación mostramos resultados de **mapa G19A**

Tabla N°32: Categorías de la precipitación de 24horas

N°	CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN (mm)	ÁREA (Ha)	PESO
1	Muy baja	29.30-30	215.25	1
2	Baja	30 - 40	6406.48	2
3	Moderada	40 - 50	26063.57	3
4	Alta	50 - 60	60735.41	4
5	Muy alta	> 60	95501.84	5

Fuente: Elaboración propia

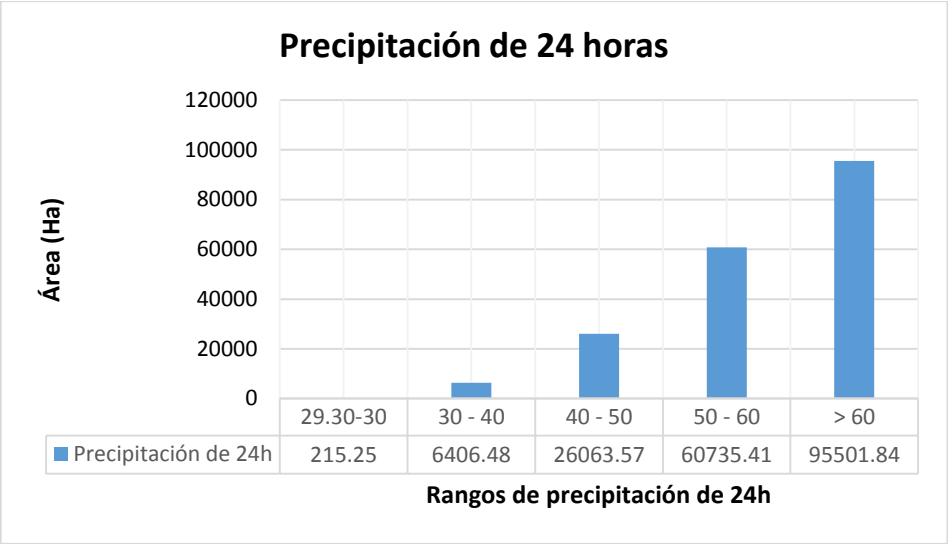


Figura N°32: áreas de precipitación de 24 horas

Fuente: Elaboración propia

Resultados del **mapa G19B:**

Tabla N°33: Inestabilidad por precipitación

N°	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	PESO
1	Muy baja	215.25	1
2	Baja	22591.24	2
3	Moderada	59895.03	3
4	Alta	87877.79	4
5	Muy alta	18432.03	5

Fuente: Elaboración propia

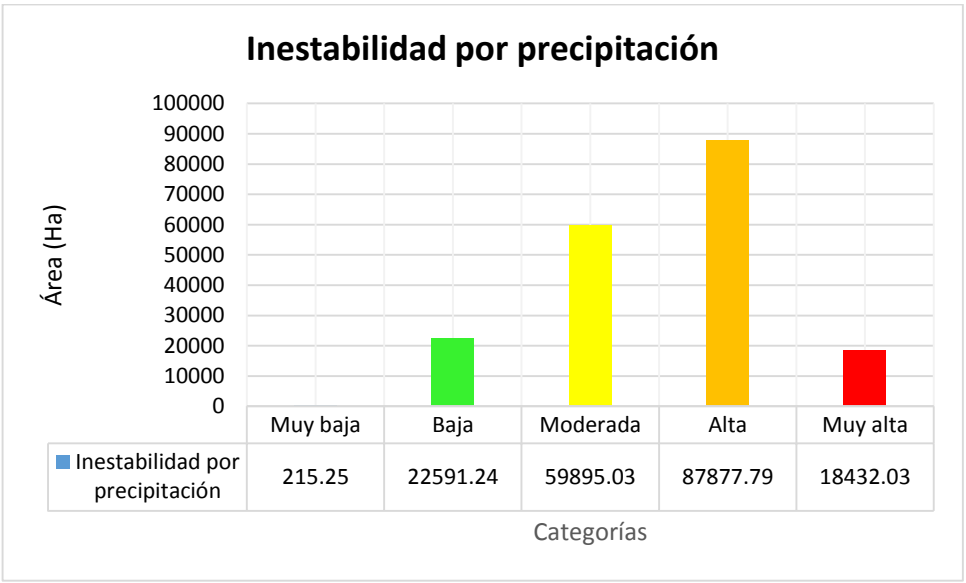


Figura N°33: áreas de inestabilidad por precipitación

Fuente: Elaboración propia

Resultados del **mapa G-22**

Tabla N°34: Categorías del mapa de peligro por precipitación

N°	CATEGORÍAS	ÁREA (Ha)	PESOS
1	Bajo	13714.58	2
2	Moderado	75544.11	3
3	Alto	89791.95	4
4	Muy alto	9961.2	5

Fuente: Elaboración propia

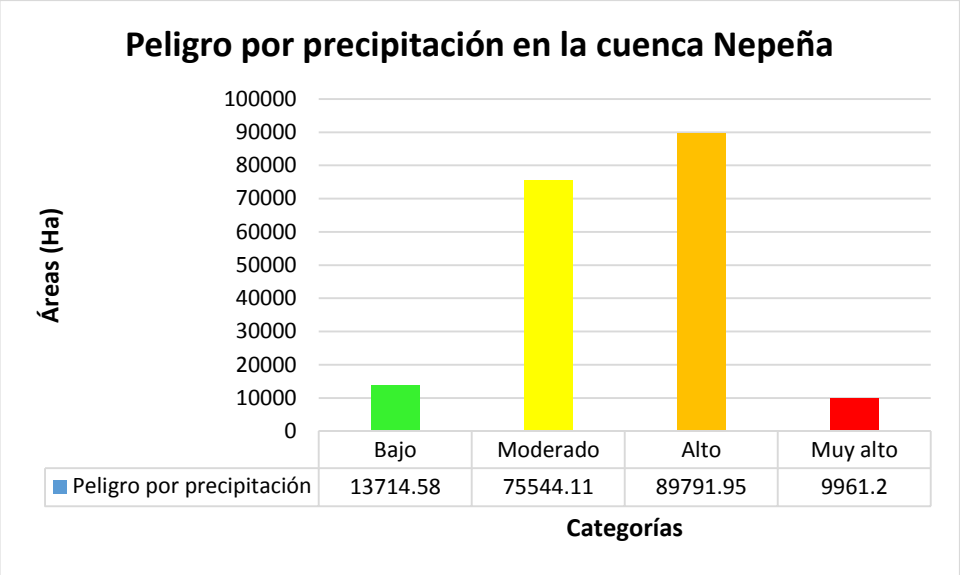


Figura N°34: Peligro por precipitación.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3 Generación de un mapa de peligro por sismo:

Mapa G-23: Este mapa presenta "3" sub clases, en la tabla N°35, se observa los resultados. Las zonas con alto peligro se encuentran distribuidas en toda la cuenca, no sólo en la parte alta; a pesar de que la mayor aceleración sísmica se presenta en la costa como se observa en el **mapa G-20**, esto ocurre porque todo los peligros geológicos o movimientos de masa en toda la cuenca son afectados por la aceleración sísmica, caso que no ocurre con el mapa de peligro por precipitación (ver mapa G-22), que sólo es afectada con mayor intensidad la parte alta; es por ello, que en la tabla N°14 y 18, las categorías que asigna el autor a la aceleración sísmica son: "moderadamente alta", "alta" y "muy alta"; ya que la probabilidad de la ocurrencia de un movimiento de masa, es bastante alta, para toda la cuenca en general.

Tabla N°35: Categorías del mapa de peligro por sismo

N°	CATEGORÍAS	ÁREA (Ha)	PESOS
1	Bajo	48047.28	2
2	Moderado	124969.88	3
3	Alto	15998.25	4

Fuente: Elaboración propia

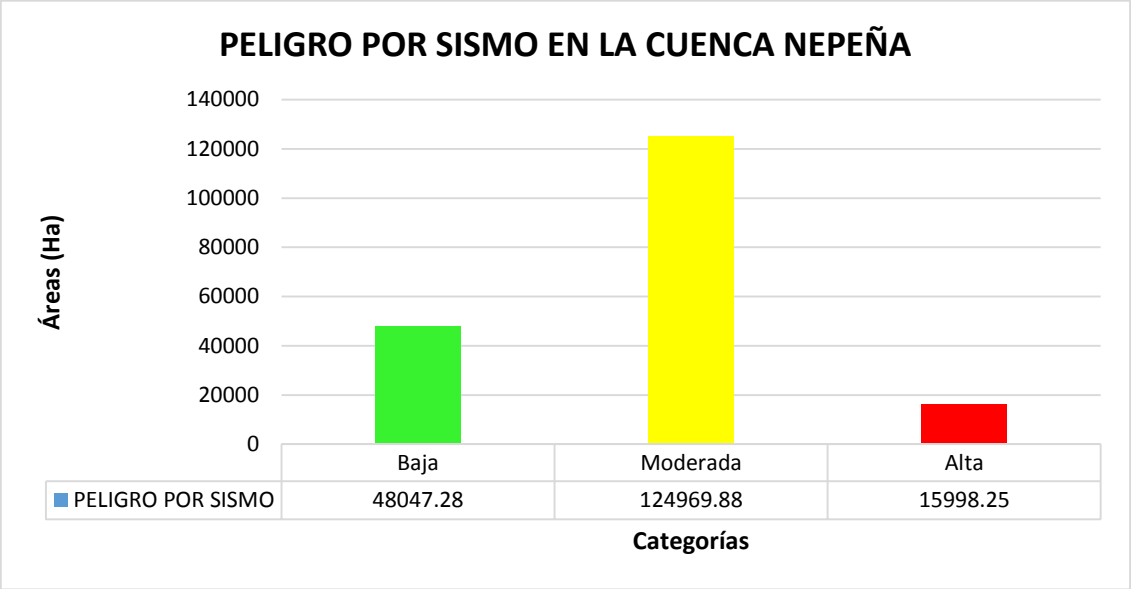


Figura N°35: Peligro por sismo.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.4 Integración de las variables para hallar el mapa de peligro total

Mapa G-24: el mapa de peligro total de la cuenca Nepeña, presenta 4 categorías, no existe la categoría "muy baja", a continuación se muestra un resumen en la tabla N°36.

En el mapa se observa que la parte alta de cuenca presenta categorías: "alta" y "muy alta" Este se debe a que este mapa es la unión de los mapas G-22 y G-23 (ver ecuación N° 10) y como ya analizamos anteriormente los peligros geológicos se encuentran en toda la cuenca, pero sólo la parte alta es la que será afectada por los 2 factores detonantes caso contrario que no ocurrirá en la parte baja de la cuenca.

La parte alta de la cuenca se caracteriza por presentar: pendientes abruptas, cobertura vegetal escaza, rocas inestables; lo cual contribuye a los movimientos de masa.

Tabla N°36: Categorías del mapa de peligro total

N°	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	PESO
1	Bajo	13524.05	2
2	Moderado	75748.68	3
3	Alto	89791.95	4
4	Muy alto	9961.2	5

Fuente: Elaboración propia

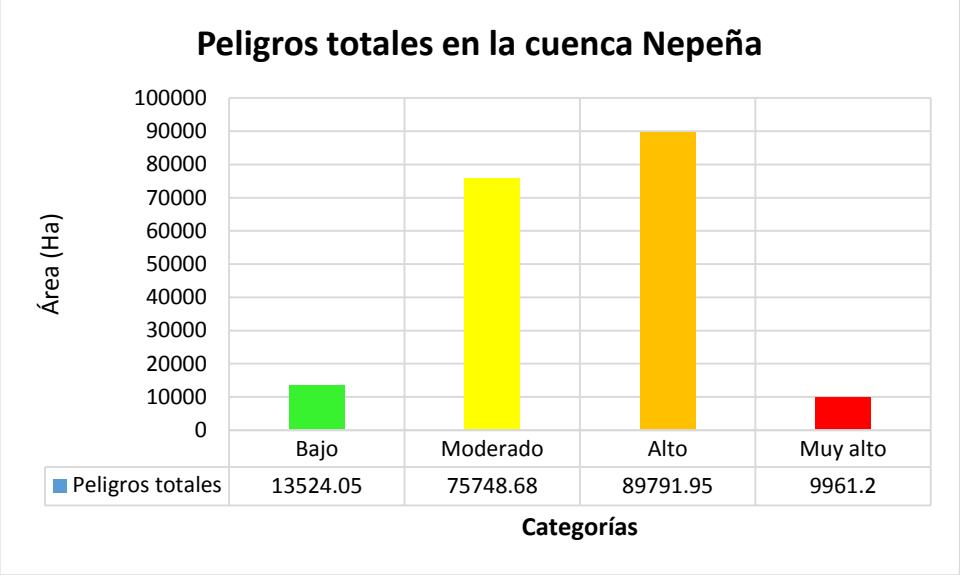


Figura N°36: Peligros totales

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Determinación de los niveles de vulnerabilidad física

4.4.4.1 Vulnerabilidad física de la red vial

Mapa G-25: el mapa muestra las categorías de los distintos tipos de carretera, y la vulnerabilidad física que presentan ante los movimientos de masa, como se observa en la tabla N°37 y 38.

No existe una región bastante amplia sobre las zonas con peligro “alto” y “muy alto” en la cuenca, es por ello que ningún tipo de carretera sufrirá gran daño. En el modelo podemos ver que los porcentajes de daño son pocos en los 4 tipos de carreteras (ver tabla N°38).

La vulnerabilidad física fue asignada en base a la ubicación de la red vial con respecto a los peligros, así también se tuvo en cuenta el estado de la red vial, el cual fue bastante malo (ver figuras N° 38 y 39)

Tabla N°37: Niveles de vulnerabilidad física de las carreteras

CATEGORÍAS	AFIRMADO (Km)	ASFALTADO (Km)	SIN AFIRMADO (Km)	TROCHA (Km)
BAJA	12.92	39.20	1.53	13.09
MODERADA	57.72	14.76	25.48	102.44
ALTA	104.94	2.83	71.66	97.69
MUY ALTA	5.03	1.45	1.42	2.89
TOTAL GENERAL	**180.61**	**58.24**	**100.10**	**216.11**

Fuente: Elaboración propia

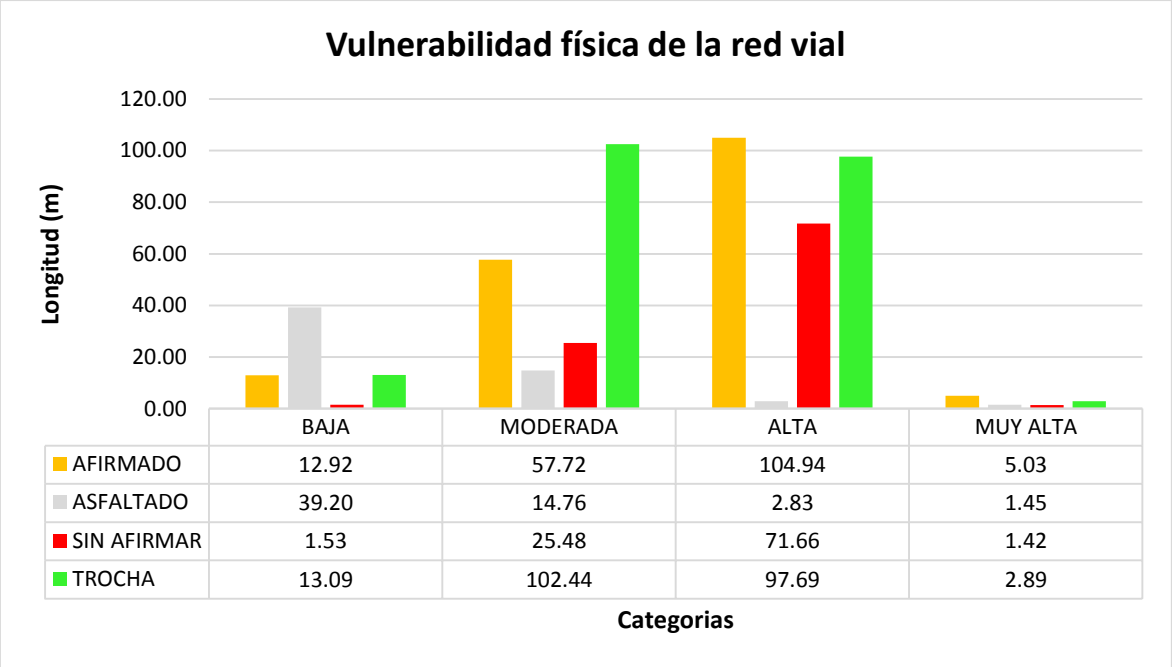


Figura N°37: Vulnerabilidad física de la cuenca Nepeña.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°38: Niveles de vulnerabilidad física de las carreteras

CATEGORÍAS	AFIRMADO (%)	ASFALTADO (%)	SIN AFIRMADO (%)	TROCHA (%)
BAJA	7.15	67.31	1.53	6.06
MODERADA	31.96	25.34	25.46	47.40
ALTA	58.10	4.86	71.59	45.20
MUY ALTA	2.78	2.49	1.42	1.34
TOTAL GENERAL	**100**	**100**	**100**	**100**

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.1.1 Panel fotográfico sobre elementos expuestos: red vial

Figura N°38: red vial en la parte alta de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

Figura N°39: red vial en la parte media de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2 Vulnerabilidad física de las zonas agrícolas

Mapa G-26: muestra los terrenos agrícolas dentro del mapa de peligros totales (G-24), de esta manera podremos saber que terrenos están expuestos a mayores peligros y así determinar un nivel de vulnerabilidad física (ver tabla N°39)

Como se puede observar en el mapa, las zonas rojas y naranjas son aquellas zonas que presentan un peligro "alto" y "muy alto"; esta zonificación de peligros está hecha en base a los peligros que se encontró, como por ejemplo caída de rocas, deslindamientos, flujo de dedrito, etc. Los cuales se ven en el mapa G-17.

Todos los terrenos agrícolas de la cuenca no cuentan con ningún tipo de protección lo que de alguna manera las deja en una condición muy vulnerabilidad, como es el caso de los terrenos agrícolas de la costa y sierra (ver figura N°41 al 43).

Tabla N°39: Vulnerabilidad física para terrenos agrícolas

N°	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	N_VULN
1	Terrenos agrícolas	10229.88	Baja
2	Terrenos agrícolas	7956.91	Moderada
3	Terrenos agrícolas	7226.92	Alta
4	Terrenos agrícolas	23.23	Muy alta
TOTAL		**25436.94**	

Fuente: Elaboración propia

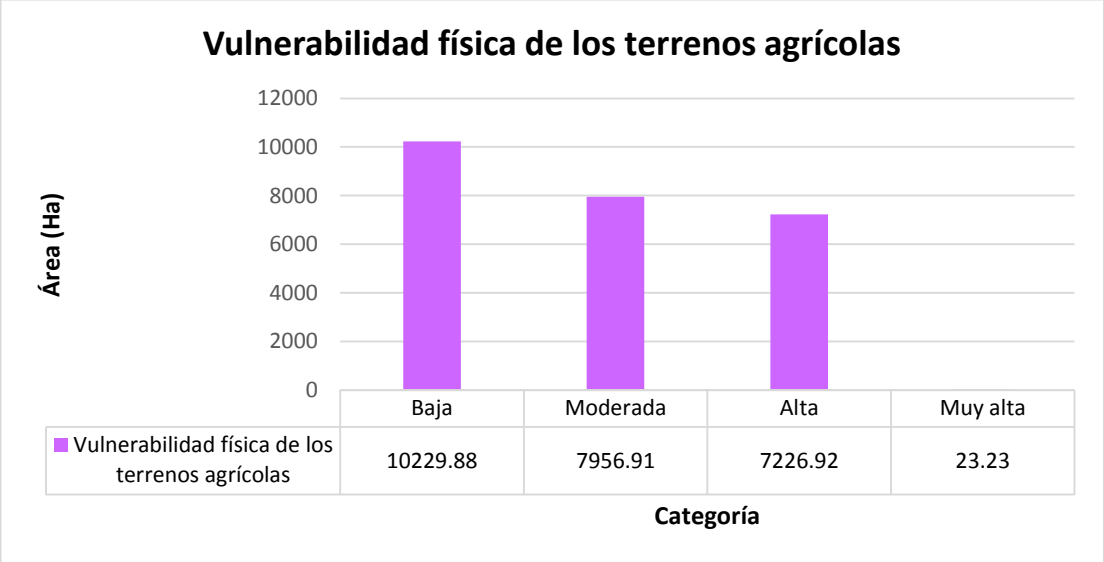


Figura N°40: Vulnerabilidad física de terrenos agrícolas

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2.1 Panel fotográfico sobre elementos expuestos: Terrenos agrícolas

Figura N°41: Terrenos de caña de azur en la parte baja de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

Figura N°42: Terrenos de siembra de flores

Fuente: Elaboración propia

Figura N°43: Terrenos de siembra de lechuga, parte media de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.3 Vulnerabilidad física de centros poblados.

Mapa G-27: Nos muestra la ubicación de los centros poblados de la zona con respecto a los peligros que hay en la cuenca, la cual nos ayuda a dar un nivel de vulnerabilidad física como se observa en la tabla N°40, este estudio será beneficioso para 42178 personas (ver tabla N°41)

Hay que tener en cuenta que la vulnerabilidad física de los centros poblados, está relacionada a la zona donde están ubicados, es por ello que teniendo en cuenta el ítem 2.2.14, se les asigno un nivel de vulnerabilidad física a cada grupo de centros poblados (ver tabla N°40). Se tuvo en cuenta las condiciones y el lugar donde se encuentran.

Se puede observar que los centros poblados que se encuentran en la parte alta de la cuenca e incluso en la parte media la gran mayoría son viviendas de adobe, de estera o viviendas en malas condiciones (ver figura N° 45 y 46).

Es por ello que se les asignó ese nivel de vulnerabilidad física en general a los centros poblados de la cuenca Nepeña.

Tabla N°40: Vulnerabilidad física de centros poblados

N°	N° centro poblados	Nivel de vulnerabilidad
1	45	Baja
2	181	Moderada
3	200	Alta
4	8	Muy alta

Fuente: Elaboración propia

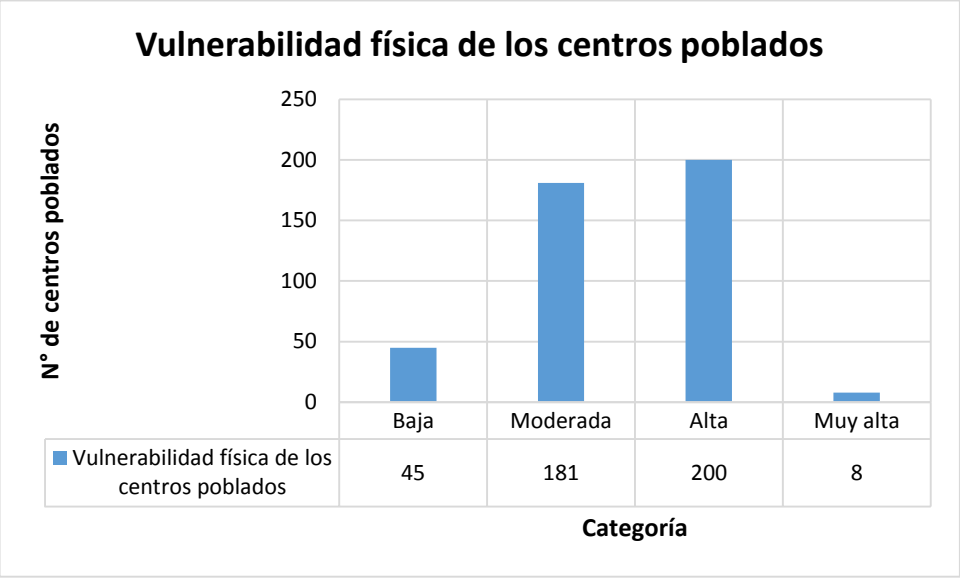


Figura N°44: Vulnerabilidad física de los centros poblados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41: Población que vive en la zona

2017	ANCASH				
	HUAYLAS	SANTA			
	PAMPAROMÁS	CÁCERES DEL PERÚ	MORO	NEPEÑA	SAMANCO
	9238	4799	7461	15938	4742
TOTAL	42178				

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 16, se muestra el nivel de vulnerabilidad física para cada centro poblado, en específico.

4.4.4.3.1 Panel fotográfico sobre elementos expuestos: centros poblados

Figura N°45: Centro poblado de Pampac Llacta

Fuente: Elaboración propia

Figura N°46: Centro poblado de Pocos

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.4 Vulnerabilidad física de los centros educativos

Mapa G-28: El mapa nos muestra la ubicación de los centros educativos dentro del mapa de peligros totales, y es necesario para poder darle un determinado nivel de vulnerabilidad física a los centros educativos como se ve en la tabla N°42.

Al igual que los centros poblados, el criterio que se tuvo en cuenta para la designación de los nivel de vulnerabilidad física de los centros educativos, fue el de tener en cuenta lo que nos sugiere el ítem 2.2.4, lo cual se evaluó que centros educativos se encontraban dentro de las zonas de "alta" o "muy alta" peligrosidad; por otra parte se puedo observar que los centros educativos que se encuentran en la parte media y baja de la cuenca, presentan una infraestructura regularmente buena (ver figuras N°48 y 49).

Tabla N°42: Vulnerabilidad física de centros educativos

N°	NIVEL DE VULNERABILIDAD	N° CENTROS EDUCATIVOS
1	Moderada	15
2	Alta	20
3	Muy alta	1
TOTAL		**36**

Fuente: Elaboración propia

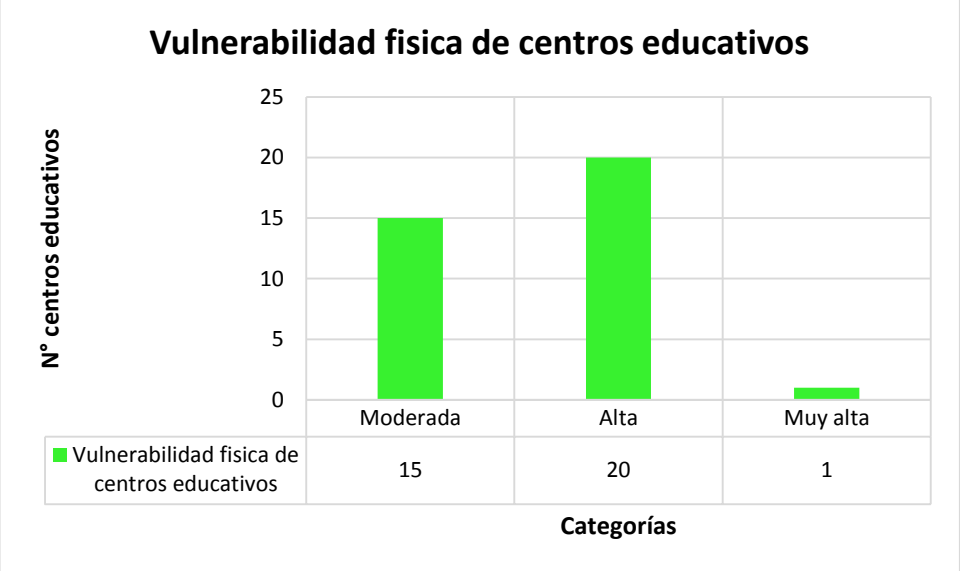


Figura N°47: Vulnerabilidad física de los centros poblados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°43: Personas que pueden ser afectadas

CATEGORÍAS	MODERADA	ALTO	MUY ALTA	TOTAL GENERAL
ALUMNOS	837	633	64	**1534**
DOCENTES	66	51	2	**119**
DIRECTORES	15	20	1	**36**
TOTAL GENERAL	**918**	**704**	**67**	**1689**

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 17, se muestra el nivel de vulnerabilidad física para cada centro educativo, en específico.

4.4.4.4.1 Panel fotográfico sobre elementos expuestos: centros educativos

Figura N°48: Centro educativo San Jacinto

Fuente: Elaboración propia

Figura N°49: Centro educativo San José

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- **S**e elaboró el mapa base de la cuenca del río Nepeña, como se muestra el mapa G-03 en el que se visualiza la red vial, las poblaciones, las zonas agrícolas.

- Se elaboró el mapa de susceptibilidad física de la cuenca Nepeña, en el que se muestran el grado de susceptibilidad física de las diferentes zonas de la cuenca. La susceptibilidad física se clasifica en: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

- Se elaboró el mapa de peligros en la cuenca Nepeña donde se muestra el grado de peligro de las diferentes zonas que componen la cuenca, las cuales son: 13524.05 Ha presentaron una categoría bajo, 75748.68 Ha moderado, 89791.95 Ha alto y 9961.2 Ha muy alto.

- Se determinó la vulnerabilidad física de la cuenca del río Nepeña, en base a la ubicación dentro del mapa de peligro y las condiciones en que se encuentran los elementos expuestos (red vial, terrenos agrícolas, centros poblados y centros educativos).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se tenga en cuenta el mapa de peligro al momento de la construcción alguna nueva red vial, así como para la protección de las zonas agrícolas.

- Se debe realizar estudios similares en las diferentes cuencas de nuestro departamento y en el país.

- Se sugiere que se tomen en cuenta los resultados de esta tesis, para el ordenamiento territorial de la cuenca Nepeña.

- Se recomienda que la metodología desarrollada en la tesis sea aplicada en otros trabajos de investigación en el contexto regional y nacional.

- Se recomienda que los centros educativos que presentan categoría de vulnerabilidad física muy alta y alta merezcan un tratamiento especial con la finalidad de mitigar los impactos negativos sobre la infraestructura social.

- Se debe proteger la infraestructura productiva agrícola costera y andina que pueden ser afectadas por los movimientos de masa.

- Se debe proteger la infraestructura económica como es el caso de la red vial (afirmada, sin afirmada, trocha y pavimentada) debe ser protegida.

- Proteger la integridad de los pobladores que viven dentro de las zonas de alta y muy alta vulnerabilidad física.

- Realizar un análisis social y económico de la población, para poder desplazarlos a una zona más segura.

- Realizar trabajos de sostenibilidad y conservación de suelos en las zonas de mayor vulnerabilidad para poder reducir los movimientos en masa.

VII.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

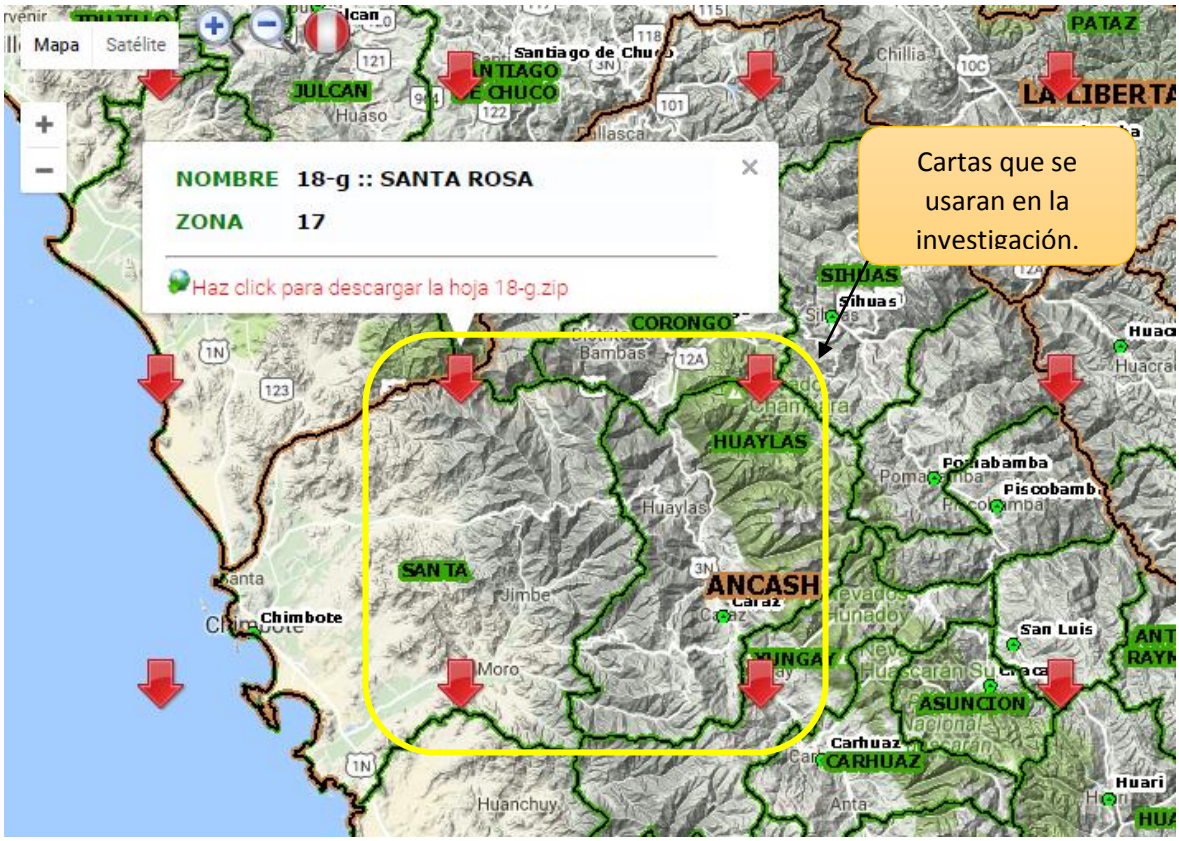
1. Alcántara, I., Inbar, M., Lugo, J., Capra, L. & Zamoro, J. (2008). Los procesos de remoción en masa en la Sierra Norte de Puebla, octubre de 1999: Causa y efectos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 22*, 212-228.
2. Antezana, J. (2001). *Calibración de los factores de Erosión utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisado "RUSLE" en sistemas de producción agrícola de la cuenca Taquiña.* Tesis de maestría para la obtención del grado académico de en "Levantamiento de Recursos Hídricos (Manejo y Conservación de Cuencas)", Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
3. Aparicio, F. (1986). *Geodinámica interna*. Hiares Ediciones.
4. Autoridad Nacional del Agua (2010). *Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del pacífico.* Lima: Apaclla, R.
5. Basterra, I. (2011). *Conceptos básicos de cartografía.* Recuperado el 02 de julio del 2017. ttp://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte02/us.pdf
6. Castro, I. (2013). Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín, México. *Ingeniería hidráulica y ambiental, 34*, 3 – 16.
7. Copons, R. & Tallada, A. (2009). Movimientos de ladera. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 17*, 284- 290.
8. Edeso, J. (2008). Riesgos naturales geológicos y geomorfológicos. *Revista científica de investigación y espacio, 31*, 325-374.
9. ESRI (Enviromental Systems Research Institute). 2010. "ArcGIS for Desktop Help". Consultado el 05 de Nov. 2014. Disponible en: http://help.arcgis.com.
10. Frausto, O. (1998). Derrumbes, deslizamientos y expansión lateral del suelo provocados por la sismicidad en el graben de Cuautepec: región sur de la sierra de Guadalupe, en la Ciudad de México. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 38*, 15 – 29.
11. Guevara, M. (2011). *Geodinámica externa.* Recuperado el 04 de Noviembre del 2016, http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/maestriagrd/documentos/TEER/geología-mrg.pdf
12. Ibáñez, S. Gisbert, J. & Moreno, H. (2009). *La pendiente del terreno.* Recuperado el 05 de julio del 2017. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10776/La%20pendiente%20del%20terreno.pdf

13. Lara, M., Sepúlveda, S. & Rebolledo, S. (2006, agosto). *Geología y geotecnia para la evaluación de peligro de remociones en masa en quebrada san ramón, Santiago oriente.* Ponencia presentada en el XI Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Chile.
14. Ojeda, J., Valencia, A., Castro, E. & Fonseca, S. (2001). *Evaluación de riesgos por fenómeno de remoción en masas*. Bogotá: ASEUC.
15. Pacheco, S. & Lewis, A. (2007). Los deslizamientos progresivos como grandes destructores ambientales. *Universidad, Ciencia y Tecnología, 11,* 33-37.
16. Peña & Castillo (2009). *Elaboración del mapa de litología.* Recuperado el 02 de julio del 2017, https://ocw.uma.es/ciencias-sociales-y-juridicas/elaboracion-de-cartografia-fisica-elemental.
17. Perú, Institución Geológica, Minero y Metalúrgico (2006). *Estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franja N°04*. Lima: Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S. & Valenzuela, G.
18. Perú, Ministerio del Ambiente (2011). *Mapa de vulnerabilidad física del Perú*. Lima: Dirección General del Ordenamiento Territorial.
19. Puerta Tuesta, R; Rengifo Trigozo, J; Bravo Morales, N. (2011). *Manual Básico de ArcGIS 10. Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Tingo María. Perú. (En línea). Consultado 14 de oct. 2014. Disponible en: http://robalexo.files.wordpress.com/2013/07/manual-de-arcgis-103.pdf
20. Ramírez, F., Gómez, E. & Sadeghian, S. (2009). Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del departamento de caldas. *Cenicafé, 60(1),* 58-71.
21. Ramos C. (2001). *Modelamiento ambiental para análisis de susceptibilidad erosiva en la cuenca media y alta del río cañete y determinación del mapa de erosión.* Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
22. Sánchez, F. (2008). *Trazado de la divisoria de una cuenca hidrográfica mediante sistemas de información geográfica*. Recuperado el 13 de abril del 2017, https://www.eoi.es/es/file/18488/download?token=bBysqsNg
23. Suárez, L. (2000, noviembre). *Riesgos de inundación y régimen urbanístico del suelo.* Trabajo presentado en el Salón de Actos del Colegio de Ingenieros, Madrid, España.
24. Tecnología Intermedia (1991). *Fenómenos Geodinámicas.* Lima: Medina, J.

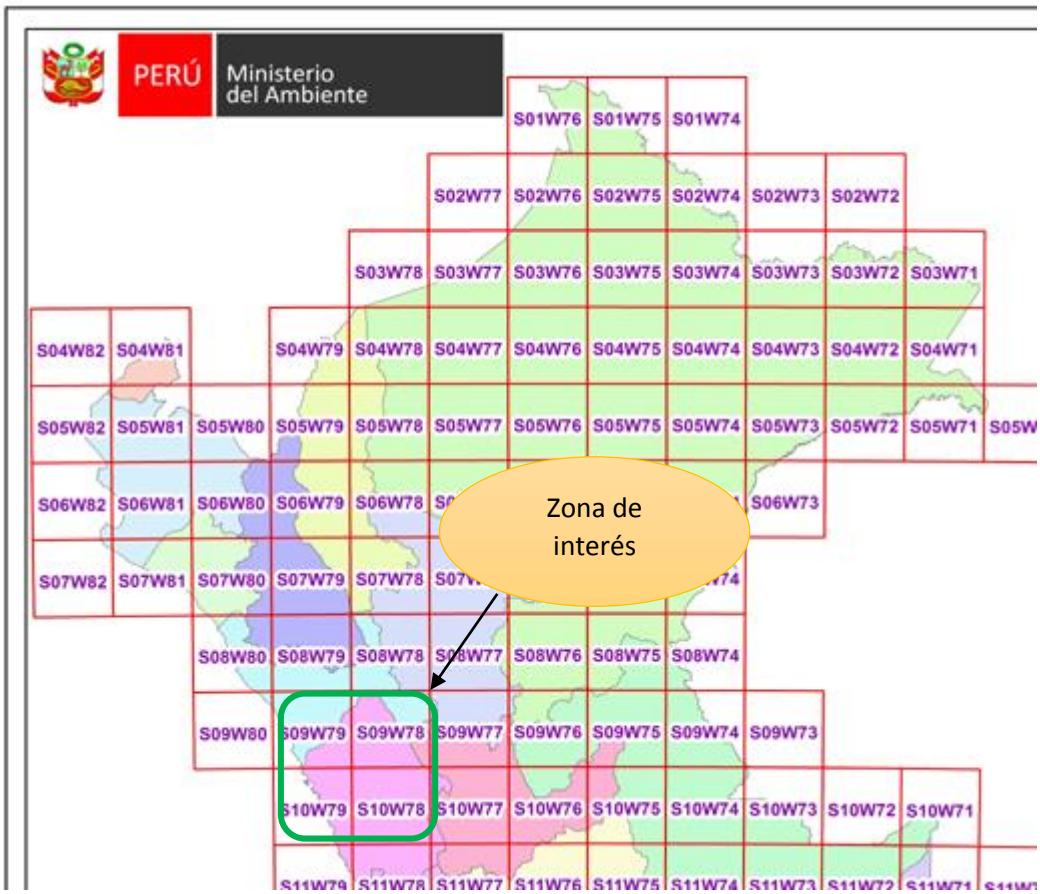
25. Villacorta, S., Fidel, L. & Zavala, B. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, *69,* 393 – 399.
26. Villón, B. (2011). *Hidrología*. Lima: Editorial Villón.
27. Villota, H. (1989). *El Sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del Terreno*. En: Revista CIAF, 1992, Vol. 13, No. 1, pp. 55 – 70.

VIII. ANEXO

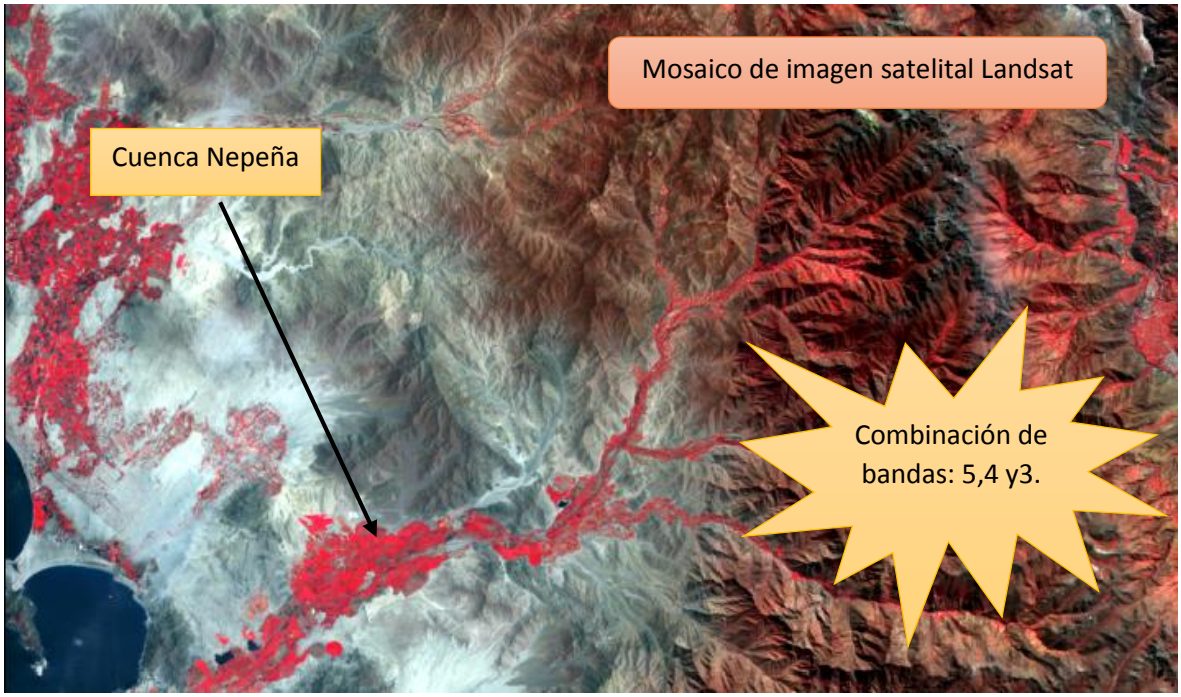
ANEXO 01: CARTAS NACIONALES, CENTROS POBLADOS Y CENTROS EDUCATIVOS (18-g, 18-h, 19-g, 19-h)**,** DESCARGADAS: MINEDU.



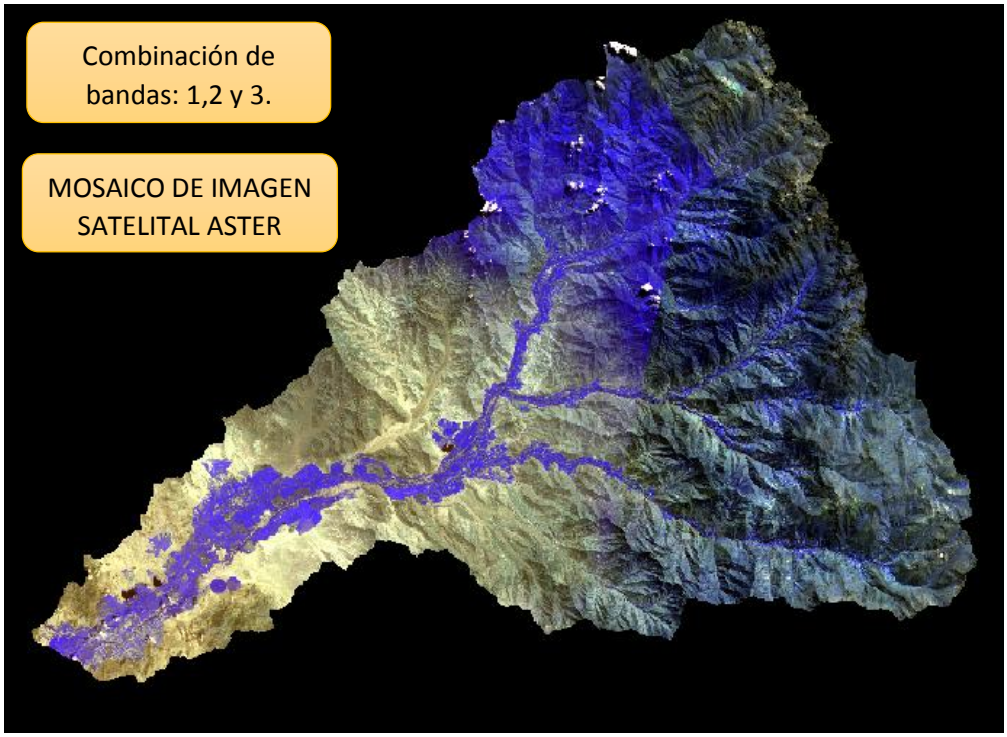
ANEXO 02: ASTER GDEM (S09W78, S09W79, S10W7 y S10W79), DESCARGADAS DEL MINAM.



ANEXO 03: IMÁGENES LANDSAT8 (LC80080662016183LGN00 y LC80090662016302LGN00), DESCARGADAS: USGS.



ANEXO 04: IMÁGEN SATELITAL ASTER



ANEXO 05: ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE PRECIPITACIÓN

ANEXO 05.01: DATOS DE PRECIPITACIONES CORREGIDAS Y EXTENDIDAS

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PARIACOTO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	57.0	41.0	31.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.0	11.0	169.0
1967	202.0	150.0	54.0	11.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	5.0	2.0	437.0
1968	10.0	21.0	13.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	10.0	7.0	67.0
1969	1.0	33.0	75.0	32.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	4.0	74.0	227.0
1970	49.0	106.0	95.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	1.0	7.0	279.0
1971	5.0	146.0	104.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.0	34.0	308.0
1972	35.0	135.0	66.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	4.0	257.0
1973	23.0	97.0	35.0	7.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	28.0	3.0	3.0	200.0
1974	6.0	7.0	28.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.0	51.0
1975	24.0	44.0	28.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	21.0	19.0	165.0
1976	82.0	127.0	34.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	11.0	264.0
1977	67.0	94.0	67.0	47.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.0	289.0
1978	2.0	4.0	13.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0
1979	3.0	34.0	14.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	0.0	105.0
1980	2.0	15.0	38.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	4.0	1.0	103.0
1981	54.7	63.9	22.6	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	145.8
1982	10.4	0.0	6.8	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.2	6.2	35.3
1983	62.8	100.5	236.7	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	8.8	1.7	567.5
1984	2.8	56.8	22.7	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5	4.6	0.0	0.0	89.4
1985	4.0	48.6	9.1	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.3	75.4
1986	8.0	2.6	22.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	35.2
1987	8.0	6.0	26.0	15.4	0.5	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	8.8	0.5	67.2
1988	10.7	9.1	0.0	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	0.5	60.0
1989	11.6	88.2	50.9	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	10.3	0.0	0.0	174.1
1990	5.9	38.2	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	7.7	8.4	87.7
1991	9.5	20.1	17.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.2	2.6	60.9
1992	6.1	16.4	13.8	14.6	0.0	0.0	0.0	1.1	1.3	5.3	0.0	2.9	61.5
1993	12.4	24.7	85.5	14.2	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	4.1	13.1	167.1
1994	32.9	27.8	32.2	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	4.0	59.0	172.9
1995	15.4	39.2	25.4	9.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	3.2	8.5	110.9
1996	34.0	54.7	49.1	17.9	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.1	1.2	1.0	161.5
1997	11.3	24.2	11.5	19.5	4.2	0.5	0.5	0.0	1.6	6.9	39.9	64.7	184.8
1998	148.2	261.8	187.5	40.6	0.7	0.8	0.0	0.0	0.8	3.1	1.6	5.0	650.1
1999	12.0	29.0	14.7	13.5	2.4	0.0	0.0	0.3	1.4	6.7	10.2	12.8	103.0
2000	39.5	78.2	36.7	12.3	5.3	0.0	0.0	0.5	1.8	2.7	3.8	28.6	209.4
2001	46.2	26.8	47.9	11.2	2.9	0.0	0.0	0.0	3.9	2.3	2.6	4.1	147.9
2002	1.3	104.0	25.6	13.3	2.5	0.0	0.0	0.0	1.7	6.4	13.7	2.4	170.9
2003	15.1	16.2	20.4	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.7	0.8	23.6	90.3
2004	6.3	19.2	22.3	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	11.6	9.6	11.6	108.4

2005	14.8	10.4	24.2	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	4.2	0.7	7.0	68.1
2006	22.0	36.3	46.6	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	11.3	129.0
MEDIA	**28.6**	**55.0**	**43.2**	**17.3**	**1.0**	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**0.7**	**5.3**	**5.5**	**11.2**	**167.9**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 132.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: BUENA VISTA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.80
1967	3.2	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.90
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1969	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.1	2.20
1970	0.0	0.8	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	5.3	0.0	8.10
1971	0.4	4.6	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.0	10.00
1972	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50
1973	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	3.60
1981	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1983	0.0	0.0	7.5	7.7	0.0	0.0	0.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	42.40
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1998	0.0	6.4	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.10
1999	0.0	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.40
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.90
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00

2002	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.3	0.0	10.40
2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40
2004	0.5	0.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	4.30
2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
2006	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00
MEDIA	**0.2**	**1.1**	**0.5**	**0.2**	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**0.7**	**0.0**	**0.3**	**0.2**	**0.0**	**3.3**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 133.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: AIJA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	91.8	50.0	44.1	23.3	7.2	0.0	0.0	0.0	23.6	89.8	7.8	43.2	380.80
1967	139.1	154.8	101.9	21.3	9.0	5.4	2.8	1.2	10.6	67.2	20.6	18.4	552.30
1968	18.3	46.4	96.4	14.1	25.2	0.0	0.0	6.4	20.1	29.6	25.1	8.6	290.20
1969	26.0	55.6	76.8	50.7	5.2	0.0	0.8	0.0	6.4	47.6	91.6	77.0	437.70
1970	65.0	66.0	210.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	32.0	29.0	439.00
1971	66.3	116.1	204.1	57.1	0.0	0.0	0.0	15.8	7.8	37.8	48.6	103.6	657.20
1972	75.2	68.2	377.4	47.8	0.0	0.0	3.4	7.2	17.4	9.4	29.1	52.2	687.30
1973	77.1	60.7	142.2	45.4	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	101.2	512.40
1974	51.3	106.6	46.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	17.7	229.90
1975	28.0	119.8	113.8	22.4	8.2	6.6	0.0	0.0	0.0	49.1	6.6	34.7	389.20
1976	53.0	141.0	94.0	8.0	0.0	0.0	0.0	4.0	93.0	116.0	43.0	69.0	621.00
1977	31.0	108.0	86.0	20.0	9.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0	1.0	61.0	325.00
1978	61.0	83.7	117.5	32.7	8.5	1.1	0.5	2.9	13.2	38.0	36.9	39.6	435.60
1979	30.0	43.0	122.0	42.0	3.0	0.0	0.0	0.0	11.0	113.0	16.0	22.0	402.00
1980	19.0	35.0	54.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	24.0	100.0	141.0	404.00
1981	95.0	112.0	174.0	25.0	6.0	0.0	0.0	4.0	1.0	2.0	96.0	91.0	606.00
1982	64.0	51.0	187.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	77.0	39.0	446.00
1983	80.0	140.0	499.0	59.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	51.0	75.0	947.00
1984	64.0	89.0	183.0	57.0	22.0	8.0	2.0	0.0	13.0	33.0	24.0	55.0	550.00
1985	22.0	89.0	127.0	14.0	13.0	0.0	0.0	0.0	11.0	37.0	4.0	35.0	352.00
1986	130.0	73.0	80.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	8.0	80.0	377.00
1987	82.0	93.0	145.0	54.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	83.0	460.00
1988	51.0	90.0	73.0	57.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	7.0	71.0	377.00
1989	50.0	88.0	139.0	37.0	2.0	0.0	4.0	0.0	10.0	89.0	6.0	63.0	488.00
1990	21.0	36.0	51.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	89.0	62.0	82.0	344.00
1991	31.0	54.0	133.0	57.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111.0	19.0	38.0	454.00
1992	31.0	39.0	68.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	49.0	5.0	24.0	263.00
1993	32.0	97.0	257.0	59.0	10.0	0.0	0.0	0.0	2.0	52.0	26.0	23.0	558.00
1994	33.0	80.0	180.0	55.0	12.0	0.0	0.0	0.0	8.0	12.0	62.0	77.0	519.00
1995	47.0	37.0	38.0	21.0	6.0	0.0	3.0	0.0	0.0	75.0	46.0	9.0	282.00
1996	35.0	78.0	115.0	48.0	13.0	0.0	0.0	0.0	2.0	48.0	53.0	10.0	402.00
1997	45.0	85.0	71.0	2.0	35.0	1.0	0.0	0.0	7.0	21.0	46.0	160.0	473.00
1998	96.0	118.0	242.0	58.0	4.0	0.0	2.0	0.0	0.0	44.0	68.0	19.0	651.00

1999	65.0	156.0	132.0	41.0	52.0	0.0	1.0	0.0	11.0	34.0	45.0	58.0	595.00
2000	63.5	122.0	105.1	57.4	22.4	0.0	0.0	7.0	12.5	9.9	15.9	101.5	517.20
2001	131.1	67.5	167.1	48.6	6.7	0.0	0.0	0.0	29.4	49.9	65.1	31.7	597.10
2002	28.6	88.3	105.3	30.9	1.2	4.6	0.0	0.0	11.2	55.1	83.6	40.7	449.50
2003	88.7	52.7	97.0	32.4	2.7	0.0	0.3	0.0	0.0	15.0	39.7	50.3	378.80
2004	19.0	54.5	46.5	42.0	1.9	0.7	0.3	0.2	27.5	52.8	2.3	62.2	309.90
2005	30.2	19.4	91.6	11.5	5.1	0.0	0.0	0.0	0.3	17.7	0.0	58.3	234.10
2006	78.1	63.1	196.6	73.4	0.0	0.0	0.0	0.7	1.1	33.0	57.8	60.0	563.80
MEDIA	**57.2**	**81.2**	**136.3**	**34.7**	**8.5**	**0.7**	**0.5**	**1.2**	**9.0**	**40.1**	**36.7**	**56.5**	**462.4**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 134.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: MALVAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	143	50	48	72	4	0	0	0	8	18	17	72	432.00
1967	164	369	116	82	4	2	0	0	9	40	17	12	815.00
1968	29	63	79	73	9	0	0	1	10	8	10	15	297.00
1969	21	89	75	9	3	0	0	0	3	28	31	93	352.00
1970	91	90	137	71	0	0	0	0	0	1	38	42	470.00
1971	80	241	487	82	0	0	0	11	1	4	24	86	1016.00
1972	75	86	248	73	0	0	0	3	4	2	20	74	585.00
1973	89	55	125	63	5	0	0	0	0	0	121	61	519.00
1974	70	121	48	81	0	0	0	0	0	0	23	10	353.00
1975	45	133	95	32	10	1	0	0	0	33	16	27	392.00
1976	73	115	157	53	0	0	0	3	74	65	20	32	592.00
1977	51	139	71	48	7	0	0	0	0	0	21	45	382.00
1978	55	139	121	14	1	0	0	2	2	20	17	48	419.00
1979	46	51	80	8	2	3	0	0	4	58	0	16	268.00
1980	31	40	53	29	0	0	0	0	3	5	99	215	475.00
1981	54	107	132	18	4	0	0	7.6	0	0.3	130	172.5	625.40
1982	45.3	36.3	180	124.6	0	0	0	0	0	10	50.1	24.9	471.20
1983	112.5	876.1	669.4	65.1	23.4	0	0	0	0	15.6	11.9	77.1	1851.10
1984	95.1	240.6	112.5	4.3	17	3	0	0	4.9	19.3	2	15	513.70
1985	29.6	82.6	105.7	41	8.1	0	0	0	13.1	10	4.5	45.5	340.10
1986	84.4	77.6	72	38.8	0	0	0	0	0.8	0	5.7	100.6	379.90
1987	141.4	86.2	116.6	0	0	0	0	0	0	0	13.3	55.7	413.20
1988	38	34	71.3	66	9.2	0	0	0	0	1	22.2	46.5	288.20
1989	104.2	255.4	146.8	45.4	1	0	0	0	2.7	29.3	11	68.8	664.60
1990	15.4	47.5	50.2	2.8	0	0	0	0	1	28.9	46.2	41.8	233.80
1991	30.4	55.1	144.5	35.6	8.5	0	0	0	0	60.9	10.8	24.4	370.20
1992	34.5	54.6	63	56.6	0	0	0	0	1.5	15.9	0.9	11.3	238.30
1993	39.8	114.6	264.7	33.9	13.5	0	0	0	0.4	18.6	22.5	43.7	551.70
1994	75.1	101	194.8	49.4	18.5	0	0	0	6.4	1.1	18.5	54	518.80
1995	52.1	44	45.7	34.6	3.3	0	0	0	0	20.7	23.9	27.5	251.80

1996	99.1	121.7	110.8	31.7	13.1	0	0	0	0.3	9.8	4.1	3.2	393.80
1997	59.5	108.2	63.6	34.9	14.1	0	0	0	5.6	7.1	64.3	193.3	550.60
1998	223.9	248.8	259.6	57.6	1.9	0	0	0	0	24.6	1.8	44.1	862.30
1999	93.4	323.4	102.5	55.1	21.2	0	0	0	7.2	16	16	29.8	664.60
2000	94.2	197	102.4	55.5	12.4	0	0	2.1	16	7.7	14.2	65.6	567.10
2001	170	90.8	176.3	46.7	4.3	0	0	0	7.7	13.3	35.7	14.3	559.10
2002	36.9	171.6	83.8	90.6	0.7	3.6	0	0	5.3	16.4	37	58	503.90
2003	111	50	86.4	21	1.8	0.3	1	0	0	9.3	5.5	95	381.30
2004	32.2	86.9	56.4	40.7	0	0.4	0	0	10.3	19	35.2	62.7	343.80
2005	67.7	38.3	66.9	26.5	1	0	0	0	0	6.7	0	58.3	265.40
2006	74.9	94.3	174.9	55.4	0.2	0	0	0.6	0.5	7.3	35	67.1	510.20
MEDIA	**75.1**	**134.7**	**136.4**	**46.9**	**5.4**	**0.3**	**0.0**	**0.7**	**4.9**	**15.9**	**26.7**	**57.3**	**504.4**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 135.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PARARIN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	9.3	7.8	37.3	4.2	0	0	0	0	5.4	13.4	8.6	1	87
1967	258	847.7	249.4	42.5	6.5	0	0	0	0	9.5	6.3	2.4	1422.3
1968	6	7	87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.5
1969	7.4	18	334.5	30.7	0	0	0	0	0	0	0	0	390.6
1970	177.3	50.7	178.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	406.4
1971	0	101.6	349.9	108.7	0	0	0	0	0	0	0	0	560.2
1972	119.7	194.3	845.2	86.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1245.6
1973	353	107.9	416.5	140.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1017.9
1974	130	289.3	173.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	593
1975	0	210.2	622.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	832.5
1976	197.8	207.9	78.8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	486.5
1977	59.2	563.5	529.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1152.5
1978	41.5	71.6	300.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413.6
1979	0	0	286.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286.7
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	468.1	666.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1134.3
1982	0	10	116	0	0	0	0	0	0	0	0	98.2	224.2
1983	371.6	200.8	862	4	0	0	0	0	0	0	0	360.2	1798.6
1984	15	188	294	3	0	0	0	0	0	0	0	0	500
1985	144.5	592.5	457.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1194.3
1986	0	222	151	0	0	0	0	0	0	0	0	111	484
1987	517.8	505	318	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1340.8
1988	88.3	78.1	146	207	0	0	0	0	0	0	0	68.2	587.6
1989	54.5	38.2	97.7	23.8	0	0	0	0	0	0	0	0	214.2
1990	0	0	63.1	0	0	0	0	0	0	0	21.1	31.7	115.9
1991	8	10.3	17.4	95.2	0	0	0	0	0	0	17.9	15.3	164.1
1992	14.4	0	13.8	25.7	0	0	0	0	0	0	0	4.1	58

1993	14.4	55.7	262.4	33.2	0	0	0	0	0	0	20	0	385.7
1994	84.6	65	84.1	7.4	0	0	0	0	0	0	0	5	246.1
1995	33.5	27.5	22.1	8.5	0	0	0	0	0	0	14.7	0	106.3
1996	55	515	223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	793
1997	7	65	16	46	0	0	0	0	0	0	0	0	134
1998	25	1570	548	169	0	0	0	0	0	0	0	19	2331
1999	250	144	371	33	0	0	0	0	0	0	0	12	810
2000	2	148	112	85	0	0	0	0	0	0	0	0	347
2001	38	19	24	75	0	0	0	0	0	0	0	37	193
2002	1	27	404	50	0	0	0	0	0	3	2	14	501
2003	3	15	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
2004	12	6	8	3	0	0	0	0	0	0	1	0	30
2005	34	5	21	0	0	0	0	0	0	0	0	4	64
2006	6	51	40	238	0	0	0	0	0	0	0	0	335
MEDIA	**76.6**	**187.9**	**242.3**	**37.1**	**0.2**	**0**	**0**	**0**	**0.1**	**0.6**	**2.3**	**19.1**	**566.1**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 136.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: PIRA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	104.1	89.3	131.4	80.1	9.4	0	0	0	6.3	164.6	82.9	76.6	744.7
1967	441.1	277.2	224.6	50.6	21	0	17.3	23.8	47.5	119.1	34.7	67.5	1324.4
1968	50.9	73.4	158.9	25.3	35.1	0	0	0	0	18.1	48	16.9	426.6
1969	32.9	97.9	148.6	120.5	19.6	0	0	5.5	1.3	91	108.2	160.6	786.1
1970	214.6	37.1	151.6	121.5	25.9	9	5	0	63.1	146.2	61.2	71.2	906.4
1971	101.3	143.5	237	127.2	2.3	0	0	36.3	21	52.3	67.6	137.2	925.7
1972	166.2	269.7	272.1	99.2	34.2	6.8	6.9	22.5	32.5	20.6	22	100.6	1053.3
1973	196.3	104.9	183.5	144.7	87.6	0	11.8	12.7	50.7	80.5	107.9	61.7	1042.3
1974	131.7	113	102.9	54.3	20.5	14	8.2	2.8	4.8	11.9	21.7	68.2	554
1975	184.8	182.3	286.1	130	27.6	2.9	0	11.1	11.4	72.3	24	62.1	994.6
1976	211.1	254.8	174.2	37.3	23.5	17.3	0	0	0	6.3	11.3	58.1	793.9
1977	115.4	183.5	180.4	78.7	27.5	0	3	0	0	0	55	62	705.5
1978	35.7	15	51.5	24.8	7	0	8.6	0	13.4	37.4	32.7	44	270.1
1979	23.1	30.6	90.7	180.9	87.5	5.3	0	0	9	6	26.6	1.9	461.6
1980	88.6	66.3	145.7	52.3	12.4	22	2.7	15.5	15.3	152.5	166.7	2.5	742.5
1981	55.1	208.5	176.1	90.9	0	0	0	1	9	18	36	29	623.6
1982	99	190	102	93	5	0	1	0	51	92	34	37	704
1983	132	142	300	297	23	0	0	1	11	59	6	70	1041
1984	83.7	54.6	68.4	8.9	3.6	0	0	0.3	0	14.9	76.7	44	355.1
1985	10	85	13	22	0	0	0	30	68	99	141	62	530
1986	132.3	136.5	66.7	94.5	0	0	0	13.5	4.2	2.5	0	41.1	491.3
1987	215.8	147.2	208.5	82.1	16.5	0	0	0	27.6	48.4	27.1	134.2	907.4
1988	22.3	39.4	43.4	34.2	11.5	0	0	0	3.9	23	10.6	51	239.3
1989	49.7	117.8	154.9	117.9	18.1	0	0	0	62.8	164.5	40.6	36.6	762.9

1990	0	23.3	7	20.9	1.7	14.6	0	0	0	67.9	178.2	18.5	332.1
1991	11.5	44.3	55	15.6	0	2.9	8	10.4	0	3.5	89	66.2	306.4
1992	41.9	68.8	131.8	46.3	64.2	5	0	0	7.9	36.9	34.6	40.4	477.8
1993	172.9	282.4	353.7	63.9	38	0	0	0	9.5	55.7	160.2	99.4	1235.7
1994	186.7	235.1	235.4	77	40.9	10	0	0	1.77	7.7	18.7	81.7	894.97
1995	91.2	110.7	71.7	89.4	15.9	0	0	0	20	65.5	67.8	79	611.2
1996	123.2	223.8	264	107.3	17	0	0	4.5	3.7	66.2	6.6	6.9	823.2
1997	99.6	129	46.7	18.8	2.8	0	0	0	15.4	26.2	73.1	208.6	620.2
1998	179.8	231.3	232.4	69.3	9.9	19.8	0	0	17.3	67	63	73.1	962.9
1999	125.9	353.3	113	20.1	111	1.1	2.1	0	14	25.9	33.3	62.2	861.9
2000	125.6	280.4	167.7	105.5	13.2	0	2.3	5	14.3	20.1	23.8	113.7	871.6
2001	202.7	91.5	250.5	76.2	15.2	0	0.7	0	25.4	50.1	98.9	60.2	871.4
2002	45.6	153.9	195.7	99.5	4.1	0	1	0	16.4	73.7	103	68.5	761.4
2003	83.9	85.6	116.4	22.8	3.9	1.7	0	0	0	23.4	15.7	124.6	478
2004	20.5	68	76.3	59.4	1.4	2.2	0	0	16.1	59.6	62.8	82.2	448.5
2005	50.8	68.5	131.9	39.6	3.2	0	0	0.4	0.5	13.3	6.2	93.6	408
2006	81.3	95.7	248.4	104.5	1.5	0	1	0.6	5	29.7	37.6	95.3	700.6
MEDIA	**110.8**	**136.7**	**155.4**	**78.1**	**21.0**	**3.3**	**1.9**	**4.8**	**16.6**	**53.5**	**56.5**	**70.0**	**708.6**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 130.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

NOMBRE DE LA ESTACIÓN: CAJAMARQUILLA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	83.7	82.0	59.1	27.1	5.0	0.0	0.0	0.0	11.6	83.1	26.1	12.8	390.5
1967	232.0	257.0	238.0	18.9	14.6	0.0	14.3	0.0	8.4	46.7	14.9	2.4	847.2
1968	23.2	19.8	141.4	16.9	5.4	0.0	0.0	0.0	1.4	28.6	25.6	16.5	278.8
1969	6.4	42.1	145.6	88.7	3.4	0.0	0.0	0.0	3.9	56.3	72.0	91.5	509.9
1970	149.0	26.3	157.2	67.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	435.2
1971	46.5	74.6	164.2	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.7	10.6	104.9	441.0
1972	99.1	119.3	251.3	4.3	0.0	0.0	5.6	6.9	0.1	10.3	40.6	60.1	597.6
1973	118.9	74.8	131.0	87.8	12.5	0.0	12.4	8.3	12.7	40.6	37.9	69.6	606.5
1974	65.0	138.8	78.6	49.9	0.3	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	35.5	385.5
1975	89.4	138.9	188.0	0.0	3.2	0.0	0.0	23.1	12.1	31.8	27.5	34.4	548.4
1976	145.6	111.1	74.6	40.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	14.6	388.4
1977	79.6	171.1	139.5	25.2	15.3	0.0	0.0	0.0	10.5	27.0	44.2	50.1	562.5
1978	34.7	36.8	56.5	3.1	0.1	0.0	4.7	2.3	24.6	25.5	18.7	16.5	223.5
1979	17.5	33.3	171.7	21.2	0.0	0.0	0.0	4.1	9.4	0.0	8.9	22.8	288.9
1980	60.6	26.1	65.3	26.9	2.8	0.0	0.0	4.2	0.0	90.2	52.6	40.6	369.3
1981	119.9	157.7	110.5	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	28.1	58.1	513.4
1982	47.3	62.3	74.6	34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	49.2	59.5	378.6
1983	121.9	79.1	180.5	62.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	14.0	27.0	120.2	616.1
1984	99.2	223.2	201.4	38.8	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0	56.2	0.0	44.8	693.9
1985	28.1	150.6	35.6	44.3	0.0	0.0	0.0	3.5	43.7	0.0	13.6	70.9	390.3
1986	79.7	101.4	23.0	12.4	0.0	0.0	6.7	15.3	17.5	17.8	0.0	91.1	364.9

1987	77.6	63.5	51.2	40.4	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.6	76.0	350.5
1988	69.0	52.1	67.7	53.6	14.9	0.0	0.0	0.0	8.6	40.9	41.4	42.2	390.4
1989	76.5	161.0	83.9	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	26.4	59.2	6.3	0.0	418.5
1990	36.7	23.0	67.3	0.0	12.0	1.1	0.0	0.0	6.5	60.1	63.8	34.6	305.1
1991	32.3	27.8	67.9	37.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0	61.2	31.1	21.8	286.1
1992	31.5	1.0	5.7	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.5
1993	82.0	229.9	242.2	51.2	25.3	0.0	0.0	0.0	7.5	33.7	90.4	134.2	896.4
1994	102.3	140.0	112.2	78.5	22.6	0.0	0.0	0.0	25.7	8.1	29.0	28.7	547.1
1995	61.5	48.6	40.6	51.4	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	40.2	59.0	335.4
1996	111.8	123.1	109.7	60.8	3.9	0.0	0.0	0.0	6.3	35.9	7.9	22.1	481.5
1997	72.1	108.3	21.9	54.9	3.4	0.0	0.0	0.0	9.8	32.6	70.2	110.4	483.6
1998	117.6	161.5	183.5	75.6	17.6	0.0	0.0	0.0	5.1	14.3	13.8	39.1	628.1
1999	102.2	356.4	95.7	108.0	39.6	0.0	0.0	0.0	21.7	60.6	62.5	134.5	981.2
2000	108.8	205.1	134.6	52.3	38.9	0.0	0.0	0.0	19.7	23.0	14.7	120.2	717.3
2001	187.1	92.8	216.6	50.5	5.3	2.6	0.0	0.0	17.9	28.2	86.6	23.4	711.0
2002	23.7	99.0	123.4	92.2	3.4	0.0	0.0	0.0	7.8	71.4	98.3	46.6	565.8
2003	101.5	61.7	141.0	30.5	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	6.0	211.8	575.8
2004	12.6	53.9	128.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3	56.7	74.7	391.5
2005	53.0	25.9	172.4	81.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.8	418.1
2006	149.2	270.3	318.2	95.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.1	199.8	1065.9
MEDIA	**81.9**	**108.1**	**123.7**	**44.2**	**7.9**	**0.3**	**1.2**	**1.7**	**8.1**	**29.6**	**31.6**	**60.9**	**499.1**

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 131.

ANEXO 05.02: DATOS DE PRECIPITACIONES DE 24 HORAS CORREGIDAS

Precipitaciones de 24 horas (mm)

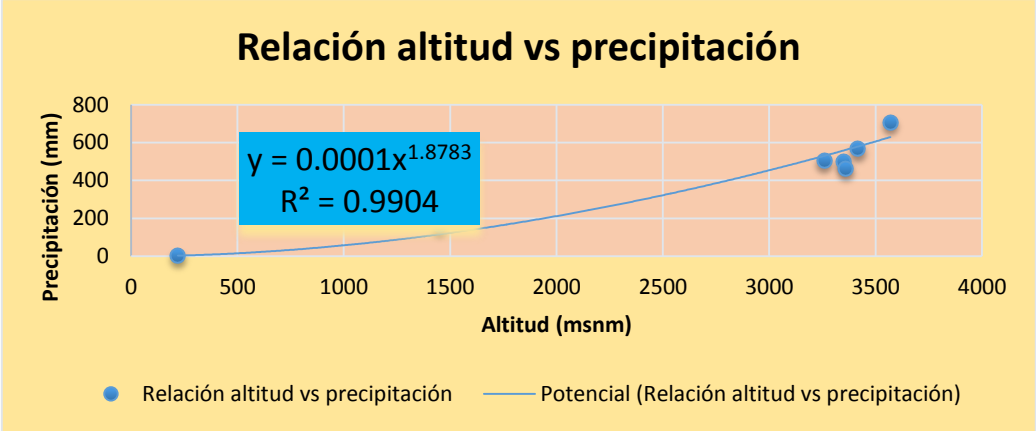
AÑOS	**Estaciones de precipitaciones máximas de 24 horas**					
	Buena Vista	**Pariacoto**	**Pira**	**Aija**	**Malvas**	**Pararín**
	419 msnm	**2000 msnm**	**3570 msnm**	**3360 msnm**	**3500 msnm**	**3416 msnm**
1964	0.00	0.00	10.37	12.50	1.68	0.00
1965	0.00	18.59	44.85	23.50	22.09	20.28
1966	0.00	9.95	29.49	18.60	13.00	2.57
1967	0.00	14.71	37.96	21.30	18.01	12.33
1968	0.00	5.02	20.71	15.80	7.80	0.00
1969	0.00	0.79	13.19	13.40	3.35	0.00
1970	27.38	48.70	98.41	40.58	53.78	82.04
1971	6.27	25.46	57.08	27.40	29.32	34.38
1972	17.80	38.15	79.65	34.60	42.68	60.41
1973	0.83	19.47	46.42	24.00	23.02	22.09
1974	0.00	6.60	23.54	16.70	9.47	0.00
1975	0.00	14.89	38.27	21.40	18.19	12.69
1976	0.00	3.77	18.50	15.09	6.49	0.00

1977	5.38	24.48	55.33	26.84	28.29	32.36
1978	7.07	26.33	58.63	27.89	30.24	36.17
1979	21.41	42.12	86.71	36.85	46.86	68.56
1980	0.00	18.53	44.75	23.47	22.03	20.17
1981	2.42	21.22	49.53	24.99	24.86	25.68
1982	0.00	0.00	10.65	12.59	1.85	0.00
1983	43.42	66.35	129.81	50.60	72.37	118.26
1984	0.00	2.68	16.56	14.48	5.35	0.00
1985	4.24	23.22	53.10	26.13	26.97	29.79
1986	0.00	10.70	30.82	19.02	13.78	4.10
1987	17.65	37.98	79.36	34.51	42.51	60.07
1988	1.55	20.26	47.84	24.45	23.85	23.72
1989	3.99	22.95	52.61	25.97	26.68	29.23
1990	46.66	69.92	136.16	52.63	76.13	125.58
1991	0.00	6.22	22.86	16.48	9.07	0.00
1992	0.00	1.68	14.78	13.91	4.29	0.00
1993	3.03	21.89	50.72	25.37	25.56	27.05
1994	40.80	63.47	124.68	48.96	69.33	112.35
1995	1.05	19.71	46.85	24.14	23.27	22.59
1996	15.36	35.46	74.86	33.07	39.85	54.89
1997	0.00	15.79	39.88	21.91	19.14	14.54
1998	56.81	81.09	156.03	58.97	87.89	148.50
1999	39.48	62.02	122.10	48.14	67.81	109.37
2000	0.00	12.59	34.19	20.10	15.78	7.99
2001	0.00	7.48	25.10	17.20	10.40	0.00
2002	0.00	1.14	13.82	13.60	3.72	0.00
2003	0.00	10.66	30.75	19.00	13.74	4.01
2004	0.00	0.00	3.16	10.20	0.00	0.00
2005	0.00	5.54	21.65	16.10	8.36	0.00
2006	0.00	0.00	11.31	12.80	2.24	0.00
2007	0.00	0.00	9.12	12.10	0.00	0.00
2008	17.22	37.51	78.51	34.24	42.01	59.10
2009	0.00	0.00	11.94	13.00	2.61	0.00

Fuente: Apaclla, R (2010). Pág. 90

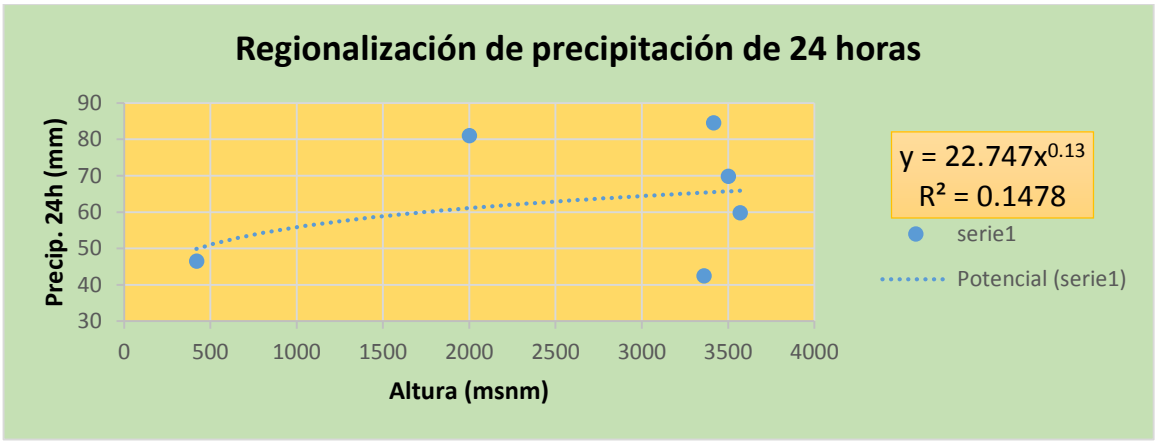
ANEXO 06: REGIONALIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES Y PERÍODOS DE RETORNO.

ANEXO 06.01**:** REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIONES DE LAS 7 ESTACIONES



Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2009, pág. 58.

ANEXO 06.02**:** REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIONES DE 24 HORAS.



Fuente: Elaboración propia

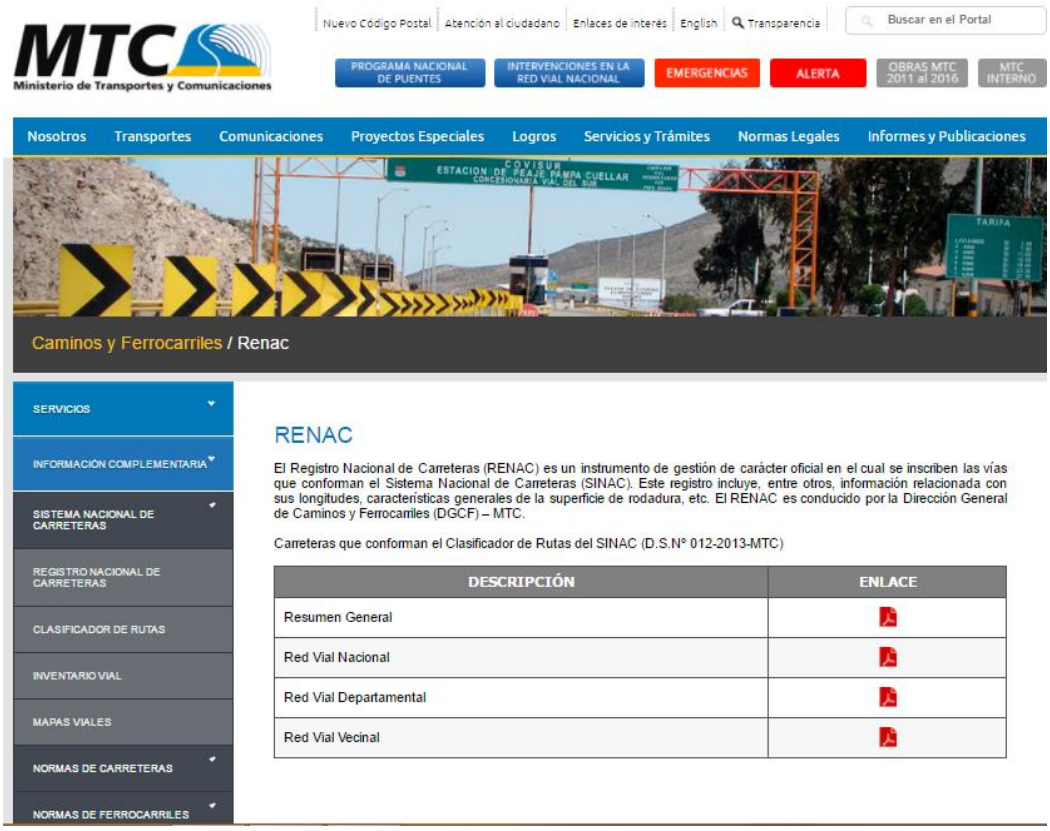
ANEXO 07: PERÍODO DE RETORNO DE LAS PRECIPITACIONES DE 24 HORAS

Período de retorno para las precipitaciones de 24 horas

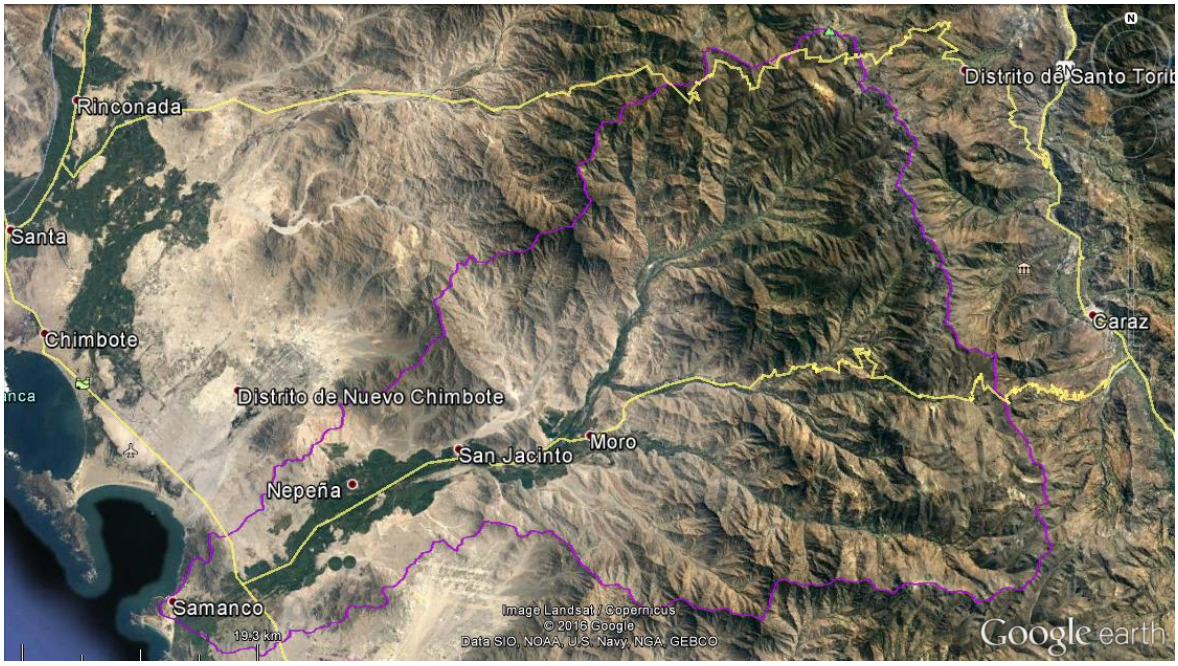
N°	Estaciones	Distribución	Período de retorno				
			25 años	50 años	75 años	100 años	200 años
1	Buena Vista	Distribución normal	34.25	38.75	41.17	42.8	46.5
2	Pariacoto	Pearson tipo 3	48.75	59.23	65.41	69.98	81.01
3	Pira	Log pearson tipo 3	44.19	49.41	52.41	54.6	59.81
4	Aija	Pearson tipo 3	31.1	34.89	37.06	38.66	42.44
5	Malvas	Log pearson tipo 3	48.1	55.08	59.23	62.32	69.87
6	Pararín	Gumbel tipo 1	60.31	68.39	73.05	76.45	84.53

Fuente: Apaclla, 2010, pág. 136

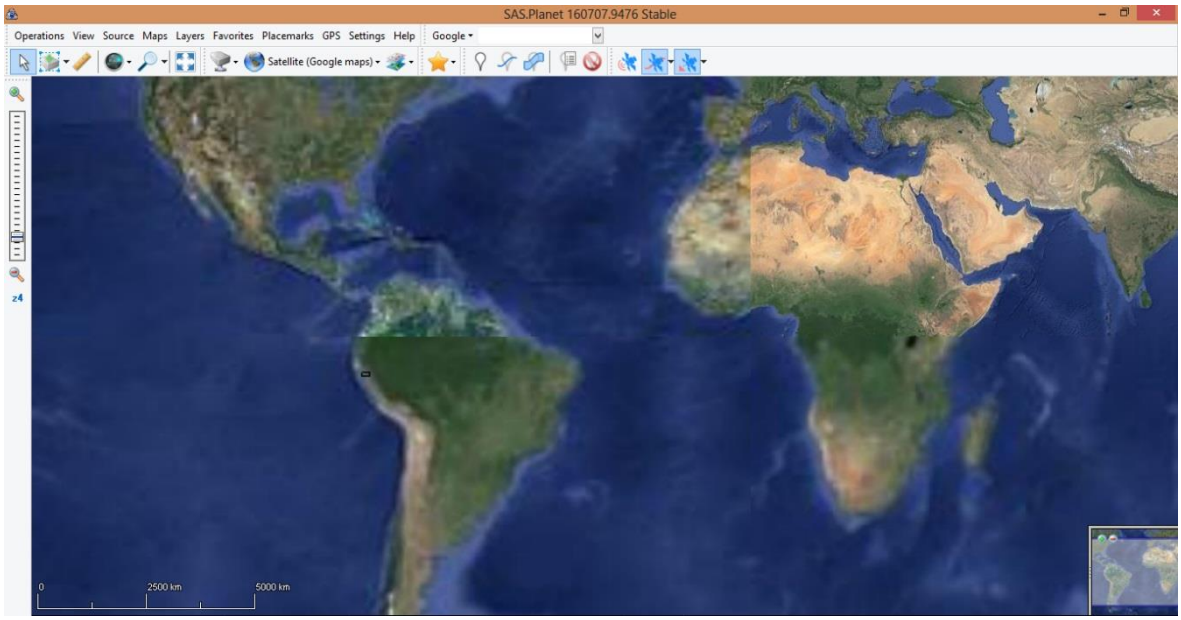
ANEXO 08: RED VIAL DEL PERU, GENERAL, NACIONAL, DISTRITAL Y VECINAL. DESCARGADA DEL MTC (Ministerio de Trasportes y Comunicaciones)



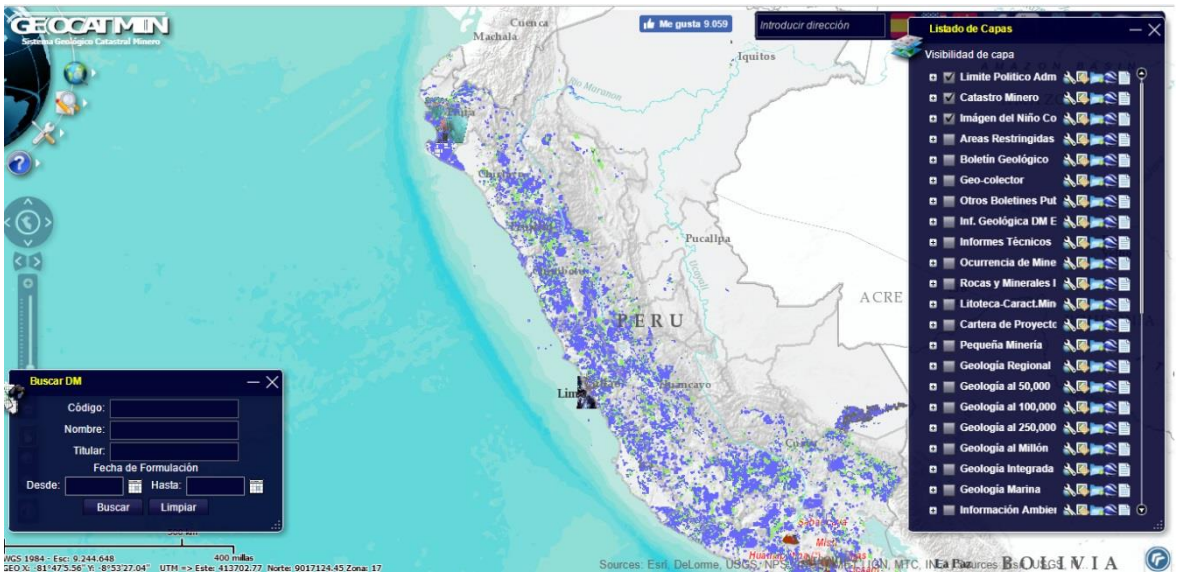
ANEXO 09: IMAGEN DE GOOGLE EARTH PRO.



ANEXO 10: SASPLANET



ANEXO 11: PELIGROS GEOLÓGICOS DEL PERU (GEOCATMIN)



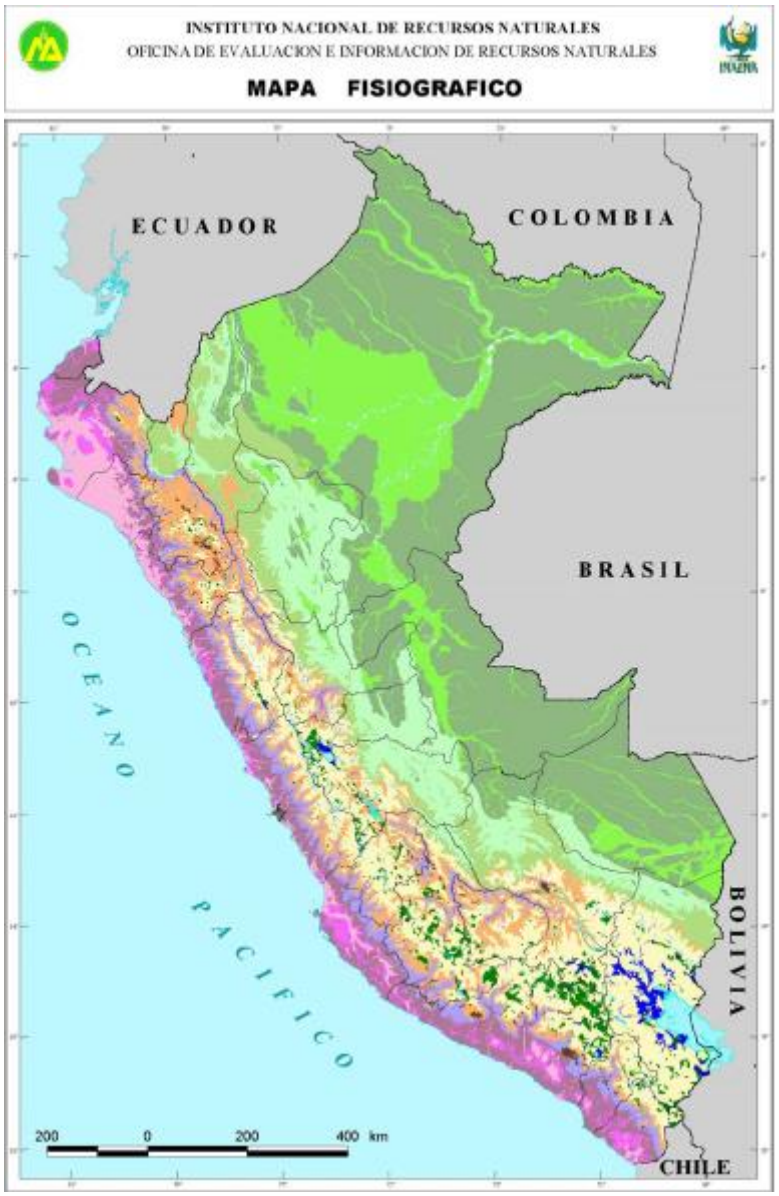
ANEXO 12: MAPA DE GEOLOGÍA DEL PERÚ (INGEMMET), ESC: 1:50000.

Cartas geológicas de interés (19-f1, 19-g4, 19-g1, 19-h4, 19-g3, 19-g2 y 19-h3)

usuarios la correspondiente cita bibliográfica como fuente original de los mapas, sea en medio físico o digital. Finalmente, los invitamos a que usen el formato "SUGERENCIA DE USUARIOS DE MAPAS GEOLÓGICOS DE LA CARTA GEOLÓGICA NACIONAL" para hacernos conocer sus inquietudes, remitiendo dicho formato al correo cgn@ingemmet.gob.pe

Usted podrá descargar la información en formato imagen o shapefile presionando en el mapa de su interés.

ANEXO 13: MAPA FISIOGRÁFICO DEL PERÚ (INRENA)



ANEXO 14: MAPA DE ACELERACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ (IGP)

ANEXO 15: BASE DE DATOS SOBRE POBLACIONES DEL INEI.

Población total en el año 2005

2005																				
UBIGUEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	Total	GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD																	
			0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 - 69	70 - 74	75 - 79	80 y más
021200	**HUAYLAS**	**8,798**	**1,311**	**1,377**	**1,160**	**892**	**602**	**552**	**542**	**459**	**350**	**359**	**286**	**227**	**208**	**160**	**156**	**89**	**68**
021206	PAMPAROMAS	8,798	1,311	1,377	1,160	892	602	552	542	459	350	359	286	227	208	160	156	89	68
021800	**SANTA**	**31,471**	**3,280**	**3,233**	**3,228**	**3,289**	**2,926**	**2,516**	**2,161**	**1,951**	**1,691**	**1,595**	**1,362**	**1,166**	**861**	**822**	**644**	**420**	**326**
021802	CACERES DEL PERU	5,333	613	684	695	481	352	304	281	300	301	249	239	219	149	151	125	107	83
021805	MORO	7,915	827	823	897	900	753	598	554	516	402	370	304	276	215	188	115	97	80
021806	NEPEÑA	13,937	1,424	1,301	1,223	1,471	1,349	1,234	1,030	835	732	736	653	526	390	384	329	186	134
021807	SAMANCO	4,286	416	425	413	437	472	380	296	300	256	240	166	145	107	99	75	30	29

Fuente: INEI

Población total en el año 2006

2006																			
021200	**HUAYLAS**	**8,842**	**1,305**	**1,370**	**1,153**	**890**	**613**	**554**	**544**	**468**	**357**	**367**	**292**	**231**	**212**	**162**	**160**	**93**	**71**
021206	PAMPAROMAS	8,842	1,305	1,370	1,153	890	613	554	544	468	357	367	292	231	212	162	160	93	71
021800	**SANTA**	**31,604**	**3,254**	**3,195**	**3,191**	**3,273**	**2,974**	**2,519**	**2,165**	**1,982**	**1,721**	**1,625**	**1,386**	**1,182**	**872**	**830**	**660**	**436**	**339**
021802	CACERES DEL PERU	5,291	601	669	679	473	354	300	278	301	303	250	240	220	150	151	127	110	85
021805	MORO	7,884	814	807	881	888	760	594	551	521	406	374	307	278	216	188	116	100	83
021806	NEPEÑA	14,108	1,424	1,297	1,220	1,475	1,381	1,244	1,039	854	750	756	669	537	397	390	340	194	141
021807	SAMANCO	4,321	415	422	411	437	479	381	297	306	262	245	170	147	109	101	77	32	30

Fuente: INEI

Población total en el año 2007

2007																			
021200	**HUAYLAS**	**8,883**	**1,302**	**1,353**	**1,148**	**882**	**628**	**556**	**544**	**478**	**365**	**376**	**299**	**236**	**216**	**164**	**164**	**97**	**75**
021206	PAMPAROMAS	8,883	1,302	1,353	1,148	882	628	556	544	478	365	376	299	236	216	164	164	97	75
021800	**SANTA**	**31,729**	**3,232**	**3,154**	**3,162**	**3,232**	**3,042**	**2,525**	**2,158**	**2,015**	**1,751**	**1,657**	**1,409**	**1,196**	**884**	**834**	**675**	**452**	**351**
021802	CACERES DEL PERU	5,249	591	653	667	461	357	297	274	303	305	252	241	220	150	150	128	113	87
021805	MORO	7,850	803	792	867	871	770	590	544	525	410	378	310	279	217	188	118	103	85
021806	NEPEÑA	14,277	1,425	1,291	1,219	1,468	1,422	1,255	1,043	875	769	776	685	548	406	395	350	203	147
021807	SAMANCO	4,353	413	418	409	432	493	383	297	312	267	251	173	149	111	101	79	33	32

Fuente: INEI

Población total en el año 2008

2008																			
021200	**HUAYLAS**	**8,922**	**1,298**	**1,345**	**1,144**	**869**	**644**	**559**	**542**	**487**	**373**	**384**	**305**	**240**	**220**	**165**	**168**	**101**	**78**
021206	PAMPAROMAS	8,922	1,298	1,345	1,144	869	644	559	542	487	373	384	305	240	220	165	168	101	78
021800	**SANTA**	**31,848**	**3,210**	**3,114**	**3,133**	**3,174**	**3,112**	**2,535**	**2,146**	**2,046**	**1,782**	**1,690**	**1,436**	**1,212**	**898**	**838**	**688**	**468**	**366**
021802	CACERES DEL PERU	5,206	580	638	653	448	361	295	269	304	306	254	243	220	151	149	129	116	90
021805	MORO	7,814	792	776	854	848	781	587	537	529	414	383	313	281	219	187	119	106	88
021806	NEPEÑA	14,443	1,426	1,285	1,219	1,452	1,465	1,268	1,044	895	789	797	703	559	415	400	359	212	155
021807	SAMANCO	4,385	412	415	407	426	505	385	296	318	273	256	177	152	113	102	81	34	33

Fuente: INEI

Población total en el año 2009

2009																			
021200	**HUAYLAS**	**8,960**	**1,294**	**1,334**	**1,139**	**857**	**656**	**563**	**541**	**495**	**381**	**393**	**313**	**245**	**225**	**167**	**171**	**104**	**82**
021206	PAMPAROMAS	8,960	1,294	1,334	1,139	857	656	563	541	495	381	393	313	245	225	167	171	104	82
021800	**SANTA**	**31,962**	**3,188**	**3,074**	**3,107**	**3,117**	**3,166**	**2,553**	**2,136**	**2,071**	**1,813**	**1,724**	**1,462**	**1,231**	**913**	**843**	**699**	**485**	**380**
021802	CACERES DEL PERU	5,160	569	623	642	434	363	293	265	304	308	256	244	221	151	148	129	118	92
021805	MORO	7,777	780	761	842	826	789	586	530	531	418	387	316	283	221	187	120	109	91
021806	NEPEÑA	14,609	1,428	1,279	1,218	1,437	1,500	1,285	1,046	913	808	819	721	572	426	405	368	222	162
021807	SAMANCO	4,416	411	411	405	420	514	389	295	323	279	262	181	155	115	103	82	36	35

Fuente: INEI

Población total en el año 2010

2010																			
021200	**HUAYLAS**	**8,996**	**1,287**	**1,326**	**1,133**	**847**	**663**	**570**	**541**	**501**	**389**	**403**	**320**	**250**	**229**	**169**	**175**	**108**	**85**
021206	PAMPAROMAS	8,996	1,287	1,326	1,133	847	663	570	541	501	389	403	320	250	229	169	175	108	85
021800	**SANTA**	**32,074**	**3,159**	**3,041**	**3,073**	**3,071**	**3,196**	**2,582**	**2,134**	**2,089**	**1,843**	**1,759**	**1,492**	**1,250**	**928**	**852**	**711**	**499**	**395**
021802	CACERES DEL PERU	5,116	558	609	627	423	362	292	261	303	309	258	246	222	152	148	130	121	95
021805	MORO	7,738	767	748	827	807	789	588	525	532	422	392	320	285	223	187	121	111	94
021806	NEPEÑA	14,774	1,426	1,276	1,216	1,426	1,524	1,308	1,052	927	828	841	741	585	436	412	376	230	170
021807	SAMANCO	4,446	408	408	403	415	521	394	296	327	284	268	185	158	117	105	84	37	36

Fuente: INEI

Población total en el año 2011

2011																			
021200	**HUAYLAS**	**9,031**	**1,277**	**1,320**	**1,125**	**841**	**661**	**582**	**544**	**504**	**397**	**412**	**329**	**256**	**234**	**172**	**177**	**111**	**89**
021206	PAMPAROMAS	9,031	1,277	1,320	1,125	841	661	582	544	504	397	412	329	256	234	172	177	111	89
021800	**SANTA**	**32,185**	**3,123**	**3,013**	**3,034**	**3,040**	**3,187**	**2,633**	**2,139**	**2,094**	**1,876**	**1,795**	**1,523**	**1,272**	**944**	**866**	**720**	**513**	**413**
021802	CACERES DEL PERU	5,071	545	597	613	414	356	294	258	300	311	260	248	223	153	148	130	123	98
021805	MORO	7,698	753	736	809	793	780	594	522	529	426	396	324	288	225	189	122	114	98
021806	NEPEÑA	14,940	1,420	1,274	1,212	1,421	1,530	1,342	1,062	936	849	864	762	600	446	422	383	238	179
021807	SAMANCO	4,476	405	406	400	412	521	403	297	329	290	275	189	161	120	107	85	38	38

Fuente: INEI

Población total en el año 2012

2012																			
021200	**HUAYLAS**	**9,066**	**1,265**	**1,315**	**1,116**	**836**	**655**	**598**	**547**	**505**	**406**	**422**	**337**	**262**	**239**	**176**	**179**	**114**	**94**
021206	PAMPAROMAS	9,066	1,265	1,315	1,116	836	655	598	547	505	406	422	337	262	239	176	179	114	94
021800	**SANTA**	**32,297**	**3,082**	**2,991**	**3,002**	**3,014**	**3,149**	**2,701**	**2,148**	**2,089**	**1,913**	**1,832**	**1,557**	**1,297**	**958**	**881**	**726**	**525**	**432**
021802	CACERES DEL PERU	5,026	531	586	600	405	347	298	256	295	313	262	251	225	153	149	129	124	102
021805	MORO	7,659	738	725	798	780	764	604	519	524	431	401	328	291	226	191	122	116	101
021806	NEPEÑA	15,106	1,412	1,275	1,207	1,419	1,521	1,385	1,073	941	872	888	784	616	457	432	389	246	189
021807	SAMANCO	4,506	401	405	397	410	517	414	300	329	297	281	194	165	122	109	86	39	40

Fuente: INEI

Población total en el año 2013

2013																			
021200	**HUAYLAS**	**9,099**	**1,251**	**1,313**	**1,106**	**832**	**645**	**614**	**552**	**505**	**415**	**432**	**346**	**268**	**244**	**180**	**181**	**117**	**98**
021206	PAMPAROMAS	9,099	1,251	1,313	1,106	832	645	614	552	505	415	432	346	268	244	180	181	117	98
021800	**SANTA**	**32,402**	**3,039**	**2,970**	**2,958**	**2,989**	**3,100**	**2,775**	**2,161**	**2,081**	**1,949**	**1,870**	**1,592**	**1,323**	**976**	**898**	**733**	**537**	**451**
021802	CACERES DEL PERU	4,980	518	575	584	397	337	302	254	291	315	264	253	226	154	150	129	126	105
021805	MORO	7,617	722	715	781	767	746	615	518	517	436	406	333	295	229	193	122	117	105
021806	NEPEÑA	15,270	1,402	1,276	1,200	1,417	1,507	1,431	1,087	944	894	912	807	633	468	444	395	254	199
021807	SAMANCO	4,535	397	404	393	408	510	427	302	329	304	288	199	169	125	111	87	40	42

Fuente: INEI

Población total en el año 2014

2014																			
021200	**HUAYLAS**	**9,129**	**1,237**	**1,307**	**1,097**	**827**	**635**	**628**	**558**	**505**	**423**	**442**	**355**	**275**	**249**	**184**	**184**	**120**	**103**
021206	PAMPAROMAS	9,129	1,237	1,307	1,097	827	635	628	558	505	423	442	355	275	249	184	184	120	103
021800	**SANTA**	**32,499**	**2,993**	**2,948**	**2,920**	**2,964**	**3,048**	**2,833**	**2,180**	**2,075**	**1,980**	**1,909**	**1,627**	**1,351**	**993**	**919**	**739**	**548**	**472**
021802	CACERES DEL PERU	4,932	504	564	570	388	327	304	253	286	316	266	255	228	155	152	128	127	109
021805	MORO	7,573	705	705	765	755	727	622	518	512	439	411	338	299	231	196	122	119	109
021806	NEPEÑA	15,431	1,391	1,276	1,195	1,415	1,491	1,470	1,103	948	915	937	830	651	480	457	401	261	210
021807	SAMANCO	4,563	393	403	390	406	503	437	306	329	310	295	204	173	127	114	88	41	44

Fuente: INEI

Población total en el año 2015

2015																			
021200	**HUAYLAS**	**9,153**	**1,222**	**1,299**	**1,089**	**821**	**627**	**635**	**566**	**507**	**429**	**452**	**364**	**282**	**255**	**189**	**186**	**122**	**108**
021206	PAMPAROMAS	9,153	1,222	1,299	1,089	821	627	635	566	507	429	452	364	282	255	189	186	122	108
021800	**SANTA**	**32,591**	**2,947**	**2,920**	**2,886**	**2,935**	**3,008**	**2,863**	**2,210**	**2,077**	**2,001**	**1,948**	**1,666**	**1,379**	**1,013**	**938**	**752**	**557**	**491**
021802	CACERES DEL PERU	4,884	490	552	555	380	319	303	253	283	316	268	258	230	156	153	129	127	112
021805	MORO	7,528	689	693	752	741	711	623	521	508	440	416	343	303	234	198	123	120	113
021806	NEPEÑA	15,589	1,380	1,274	1,191	1,411	1,481	1,494	1,125	955	931	962	855	669	493	470	410	268	220
021807	SAMANCO	4,590	388	401	388	403	497	443	311	331	314	302	210	177	130	117	90	42	46

ANEXO 16: BASE DE DATOS SOBRE CENTROS POBLADOS (MINEDU).

Nivel de vulnerabilidad física baja para centros poblados.

N°	CENTROS POBLADOS	FUENTE	ALT. (msnm)	XCORRD	YCORRD	N VULN
1	Chorreadero	IGN	34	122713.8007	8971889.384	Baja
2	Fundo Popo	IGN	38	123391.5588	8972957.237	Baja
3	Chingoyal	IGN	25	121085.6271	8973196.42	Baja
4	Fundo Narciso	IGN	33	122093.0528	8973768.83	Baja
5	Huambacho Viejo	PPD 250000	39	123307.2259	8973909	Baja
6	El Mango	IGN	31	121697.7182	8973992.214	Baja
7	El Arenal / Huambacho	IGN	42	123610.6608	8974039.09	Baja
8	La Capilla	IGN	22	118264.7796	8974077.013	Baja
9	Samanco	IGN	16	117806.9691	8974099.757	Baja
10	Mipe	IGN	20	116236.7745	8974114.449	Baja
11	Barranco	IGN	41	123468.996	8974367.229	Baja
12	Huambacho Nueva La Huaca	INEI	35	122169.9908	8974651.212	Baja
13	Huambacho Nuevo / La Huaca	IGN	37	122462.8075	8974710.177	Baja
14	Fundo Santa Elena	IGN	37	122913.177	8974874.059	Baja
15	Tambo Guarapo	IGN	28	120458.3407	8974907.47	Baja
16	Caycay	IGN	55	125692.8865	8975629.144	Baja
17	Higueras	IGN	45	124477.6298	8975860.47	Baja
18	Carrizal	INEI	41	122626.2748	8976284.883	Baja
19	Huaca Tierra	IGN	50	124461.4899	8976476.151	Baja
20	Tambohuarapo	INEI	41	122389.523	8976530.7	Baja
21	La Laguna	INEI	55	124986.6	8977200.26	Baja
22	Beta Colorada	IGN	71	127297.2135	8977434.852	Baja
23	Choloque	IGN	78	127202.0489	8978552.949	Baja
24	Caylan / Cay Cay	IGN	74	125131.9337	8979367.313	Baja
25	Panamarca	IGN	98	128570.0906	8980574.846	Baja
26	Pan De Azucar	INEI	105	126676.2293	8980959.891	Baja
27	Capillania	IMG_SATELITAL	104	128632.6945	8981202.483	Baja
28	Cana Castilla	IGN	134	131879.5476	8982042.883	Baja
29	Pirhuaruri	INEI	761	154442.974	8982072.875	Baja
30	El Algarrobal	IGN	135	130503.8823	8983745.46	Baja
31	Caliza	INEI	827	153834.0256	8984011.885	Baja
32	Fundo Santa Rosa	IGN	134	129897.3349	8984257.615	Baja
33	Morteros	IGN	177	134459.7117	8984372.474	Baja
34	Fundo Sute Alto	IGN	226	138278.334	8984475.975	Baja
35	Fundo San Juan	IGN	128	129278.5895	8984675.14	Baja
36	La Grama	IGN	158	132161.3367	8985147.508	Baja
37	Puca Pampa	IGN	1119	160701.2728	8985289.233	Baja
38	Cruz del Siglo	IGN	151	131334.1017	8985343.061	Baja
39	Puquio Pipi	IGN	163	132852.9322	8985353.219	Baja

40	Monte Parra	IGN	284	141733.6281	8985920.529	Baja
41	Toma San Jacinto	IGN	303	143048.2316	8986047.908	Baja
42	Braulio	IGN	180	133636.7184	8986138.575	Baja
43	Chimba	IGN	253	139666.5026	8986288.566	Baja
44	Mishan	IGN	392	147525.1682	8986509.255	Baja
45	Paderones	IGN	414	148140.171	8986748.599	Baja
46	El Tubo	IGN	246	138481.7311	8986815.678	Baja
47	Caura Baja	INEI	699	154492.3712	8986861.098	Baja
48	Hacienda San Pedro	IGN	263	140126.5841	8986990.169	Baja
49	Huambacho / Huaurbacho	IGN	492	150400.43	8987035.319	Baja
50	Monte Comun	IGN	421	148421.818	8987182.236	Baja
51	Medina	IGN	532	151459.2596	8987435.201	Baja
52	El Cerro	IGN	513	150975.9143	8987528.564	Baja
53	Putaca	IGN	514	150854.2706	8987702.637	Baja
54	Fundo Pocos Huanca	IGN	694	154798.9701	8987797.06	Baja
55	Huerta Grande	IGN	482	150307.0818	8987853.618	Baja
56	Leonera	IGN	450	149392.0961	8987872.325	Baja
57	Shocos Puquio	IGN	609	153060.4412	8988073.963	Baja
58	Pocos	IGN	668	154524.0356	8988125.87	Baja
59	Buena Vista / Bellavista	IGN	459	149384.1375	8988171.683	Baja
60	Prolong Macash	IGN	503	150877.0481	8988192.773	Baja
61	San Isidro	IGN	456	149178.6095	8988584.3	Baja
62	San Pedrito	INEI	506	150548.6159	8989111.913	Baja
63	Cushipampa Alta	IGN	505	149987.2853	8989434.647	Baja
64	Cushi Pampa	IGN	494	149720.4271	8989438.727	Baja
65	San Juan	IGN	489	148987.689	8990338.417	Baja
66	Chullhuay	IGN	612	151797.3057	8993140.886	Baja
67	Condorumi	IGN	738	151304.9713	8993736.946	Baja

Fuente: MINEDU

Nivel de vulnerabilidad física moderada para centros poblados.

N°	CENTROS POBLADOS	FUENTE	ALTURA (msnm)	XCORRD	YCORRD	N VULN
1	Samanco	IMG_SATELITAL	8	115788.1423	8974299.254	Moderada
2	Fundo Santa Clara	IGN	33	122269.9592	8975097.578	Moderada
3	Anta	PROVIAS	1784	162230.2285	8976275.107	Moderada
4	San Pedro	IGN	40	120175.7568	8976776.262	Moderada
5	San Pedrito	INEI	42	121223.2258	8977462.755	Moderada
6	Sacras	IGN	1453	160159.3528	8977536.064	Moderada
7	Huacatambo	IMG_SATELITAL	51	124191.8093	8977582.605	Moderada
8	Huellapampa	PROVIAS	1436	160077.1656	8977606.285	Moderada
9	Huarac Huran	MED-GPS	3591	173979.3995	8977835.102	Moderada
10	Sute Bajo	INEI	91	129372.3635	8978507.88	Moderada

11	Pampa Cancha	IMG_SATELITAL	3567	175688.9996	8979740	Moderada
12	Huanca	INEI	3151	173802.6138	8979748.41	Moderada
13	Conchipampa	INEI	3143	175091.1781	8979958.447	Moderada
14	Carampa	MED-GPS	3198	175163.8572	8980234.002	Moderada
15	Pichiu	MED-GPS	2960	174204.3008	8980364.002	Moderada
16	Cancha Soco	IGN	3341	177024.4428	8980605.81	Moderada
17	Pampa Colorada	INEI	837	148702.8974	8981100.783	Moderada
18	Carap	MED-GPS	2777	172649.301	8981126.101	Moderada
19	Capan	IMG_SATELITAL	2345	170477.8187	8981483.621	Moderada
20	Chuiran	IGN	2671	171170.7555	8981560.835	Moderada
21	Chaca Catac	INEI	3432	173881.8679	8981563.381	Moderada
22	Huanchuy	MED-GPS	1820	167275.2008	8981730.3	Moderada
23	Cañabrava	INEI	1796	160153.7591	8981976.436	Moderada
24	Parayoc	INEI	3868	174533.9042	8982371.887	Moderada
25	Huascar	IMG_SATELITAL	3435	172353.9305	8982436.593	Moderada
26	Cajay	MED-GPS	1601	165686.9011	8982652.601	Moderada
27	Carachuco	IMG_SATELITAL	2881	170548.7653	8982672.696	Moderada
28	Agua Potable	IGN	151	132999.6794	8982908.034	Moderada
29	Cerro Blanco	IMG_SATELITAL	153	132714.6161	8983006.54	Moderada
30	Huitco	IGN	1461	163704.7926	8983133.796	Moderada
31	La Carbonera	INEI	139	127170.0349	8983497.88	Moderada
32	Ricachaqui	IGN	4062	173943.7732	8983590.712	Moderada
33	Tomeque	IGN	435	148123.9574	8983876.588	Moderada
34	Huayraco / Huarayco Bajo	IGN	135	130782.2322	8983981.416	Moderada
35	Quisque Alto	IGN	343	143813.396	8984380.283	Moderada
36	Nepeña	IGN	139	130513.1047	8984388.215	Moderada
37	Tomequillo	IGN	400	147212.1698	8984468.673	Moderada
38	Pias	IMG_SATELITAL	3057	171772.0002	8984631	Moderada
39	Punru	IGN	3061	171695.4321	8984643.57	Moderada
40	Yapacayan	IGN	1334	162583.3257	8984949.731	Moderada
41	Breña	IGN	1211	161780.1417	8985473.216	Moderada
42	Santa Rosa de Catedral	IMG_SATELITAL	3287	173229.0005	8985703	Moderada
43	Virahuanca	IMG_SATELITAL	412	148091.3691	8985874.433	Moderada
44	Malquihuaral	IGN	1101	160837.4428	8985950.667	Moderada
45	Tierra Firme	IGN	156	129462.1824	8985982.328	Moderada
46	Chunya	IGN	3031	172619.3528	8985993.187	Moderada
47	Media Luna	IGN	1015	159775.6624	8986128.105	Moderada
48	San Jose	IGN	188	134170.278	8986186.859	Moderada
49	Huisco	IGN	1068	160454.471	8986291.537	Moderada
50	Hacienda Vinchamarca	IGN	481	150429.2483	8986401.702	Moderada
51	Caura Alta	INEI	865	154120.4828	8986857.848	Moderada
52	San Benito	INEI	1005	159461.8141	8987070.272	Moderada
53	Tambar	IGN	778	156331.0174	8987101.271	Moderada
54	Valdivia	IGN	523	151338.8896	8987158.965	Moderada

55	Fundo Santa Rosa	IGN	846	157559.3364	8987182.852	Moderada
56	Winton	PROVIAS	884	158133.454	8987190.189	Moderada
57	Huarcos	IGN	558	152438.8662	8987206.429	Moderada
58	Maquina Vieja	IGN	354	143302.3802	8987229.674	Moderada
59	Caura	IGN	698	154903.5107	8987259.985	Moderada
60	Punkuri	INEI	263	138124.1176	8987278.417	Moderada
61	San Jacinto	INEI	267	139584.8751	8987285	Moderada
62	La Mina	IGN	462	146307.129	8987344.248	Moderada
63	Solivin	IGN	286	137639.5644	8987440.853	Moderada
64	Maquina Nueva	IGN	393	142931.6922	8987630.258	Moderada
65	Hueco	IGN	543	151680.4031	8987659.601	Moderada
66	Santa Rosa	DGER	270	140077.2497	8987849.26	Moderada
67	Cruz Blanca	IGN	608	151971.6253	8987850.262	Moderada
68	Quemado	IGN	481	146729.961	8987877.218	Moderada
69	Limon Irca	IGN	590	151723.3539	8987944.952	Moderada
70	Calla La Boca	IGN	488	150592.4501	8987951.309	Moderada
71	El Arenal	IGN	528	151341.0203	8988157.26	Moderada
72	Coscachy	IGN	428	146556.9053	8988157.381	Moderada
73	Moro	IGN	499	150227.7936	8988420.989	Moderada
74	Algarrobal	IGN	430	147519.0055	8988624.263	Moderada
75	Hacienda Motocachi	IGN	426	146851.039	8988634.799	Moderada
76	Santa Isabel	IGN	766	155029.1463	8988707.622	Moderada
77	Señor De Los Milagros	INEI	521	150601.8662	8988813.412	Moderada
78	Chacuascucho	IGN	670	153814.9068	8988866.003	Moderada
79	Huaracpampa	MED-GPS	2074	168475.9995	8989068.002	Moderada
80	Quinuapampa	INEI	1961	168144.0686	8989157.913	Moderada
81	Cuyash Cunca	IGN	2190	168922.6655	8989600.082	Moderada
82	Algarrobal	IGN	516	150620.7286	8989788.42	Moderada
83	Las Pencas	INEI	531	150282.112	8990302.813	Moderada
84	Marmey	IMG_SATELITAL	2919	172178.0003	8990350	Moderada
85	Sapote	IGN	1905	167534.6652	8990396.637	Moderada
86	Achahuas	MED-GPS	1729	166866.0004	8990759	Moderada
87	Choloque	IGN	1332	162528.7087	8991574.075	Moderada
88	Chaclancayo	IMG_SATELITAL	3041	173720.2275	8991602.691	Moderada
89	Punin	IGN	2718	172437.4252	8991604.43	Moderada
90	Fundo San Luis	IGN	723	154396.5407	8991777.418	Moderada
91	Huarcampon	PROVIAS	643	151090.1439	8991782.901	Moderada
92	Pacaypampa	INEI	870	156388.4594	8991916.653	Moderada
93	Ingenio	IGN	2786	173860.2256	8992007.344	Moderada
94	Tinco	INEI	1355	163700.6897	8992061.106	Moderada
95	Hornillos	IGN	1416	163332.5876	8992106.562	Moderada
96	San Felipe	INEI	1399	163010.3513	8992161.683	Moderada
97	Huarac Ircam	INEI	1462	163260.9901	8992266.64	Moderada
98	Huayan	IMG_SATELITAL	969	157664.5394	8992280.03	Moderada

99	Tinco	INEI	1550	164313.9067	8992286.612	Moderada
100	Huancanpoco	IGN	1575	164360.3689	8992335.369	Moderada
101	Tuteycon	INEI	1691	165449.0961	8992336.035	Moderada
102	Toma Chica	INEI	777	154713.7337	8992366.022	Moderada
103	Puente Piedra	IGN	797	155428.9141	8992367.629	Moderada
104	Jan	IGN	1364	162651.5317	8992369.572	Moderada
105	Ullpan	MED-GPS	1706	165545.2993	8992397.201	Moderada
106	San Felix	IMG_SATELITAL	1225	161164.0942	8992538.097	Moderada
107	Pucaypampa	INEI	971	158110.3987	8992589.983	Moderada
108	Captuy	IGN	566	150154.6672	8992605.237	Moderada
109	Molino	IGN	1230	161468.6058	8992642.517	Moderada
110	Larea	IMG_SATELITAL	871	157060.8979	8992652.126	Moderada
111	Pinquey	INEI	3047	174335.3329	8992719.83	Moderada
112	Hacienda Huantayon	IGN	1521	164885.4452	8992737.68	Moderada
113	Cacre	INEI	1058	159816.1793	8992782.796	Moderada
114	Fomachica	IGN	892	154216.7125	8992832.607	Moderada
115	Siruquita	INEI	3246	174597.2353	8992965.223	Moderada
116	Tambo	IGN	1126	159929.4782	8993002.436	Moderada
117	Quillhuay	INEI	615	151975.4735	8993115.736	Moderada
118	San Juanito	IGN	3022	171801.5326	8993176.055	Moderada
119	Captuy Alto	PROVIAS	597	150920.4525	8993260.393	Moderada
120	Huincon	IGN	1755	165593.8788	8993295.013	Moderada
121	Macracancha	IGN	609	150676.3842	8993350.695	Moderada
122	Catorce Curvas	INEI	1852	167079.0277	8993487.846	Moderada
123	Molino	IGN	1969	168148.9794	8994161.836	Moderada
124	Puyapampa	INEI	2616	171802.6715	8994176.293	Moderada
125	Uchup	IGN	1934	167177.0393	8994194.58	Moderada
126	Queropuquio	MED-GPS	2634	171634.5002	8994206.902	Moderada
127	Lluchqui	INEI	1928	167905.734	8994243.166	Moderada
128	Quita Chinche	INEI	2058	169247.6205	8994497.472	Moderada
129	Canchapampa	INEI	2594	171199.1194	8994523.774	Moderada
130	Carash	MED-GPS	2314	169967.7	8994715.101	Moderada
131	Huatas Pampa	IGN	698	152684.6971	8994731.689	Moderada
132	Shawintioc	INEI	2484	170489.061	8994778.259	Moderada
133	Lucmash	INEI	3127	173720.1381	8994940.185	Moderada
134	Marco	IGN	2196	169585.8765	8995082.824	Moderada
135	Arenal Nuevo Progreso	INEI	684	152112.2212	8995163.648	Moderada
136	Puquio	IGN	2974	173316.4111	8995368.016	Moderada
137	Ulta	INEI	2447	170786.4865	8995458.164	Moderada
138	Catumarca	IGN	3117	173721.6526	8995523.568	Moderada
139	Piedra Grande	IGN	862	151816.3086	8995563.986	Moderada
140	Fe y Esperanza	INEI	2886	172558.3142	8995564.425	Moderada
141	Barrio Nuevo	INEI	796	152017.016	8995731.957	Moderada
142	Pamparomas	MED-GPS	2758	172211.9994	8995761.201	Moderada

143	Chapan	IGN	2370	169620.1504	8995812.65	Moderada
144	Salitre	INEI	806	151959.3252	8996037.063	Moderada
145	Rupantin	INEI	870	153651.6049	8996090.533	Moderada
146	Yamahuilca	IGN	3332	174606.588	8996362.407	Moderada
147	Cantu	INEI	3085	173926.4534	8996466.252	Moderada
148	Hullumaquin	INEI	752	152873.605	8996515.024	Moderada
149	Alto Peru	INEI	935	153866.1661	8996605.054	Moderada
150	Yanac	INEI	752	152341.0393	8996623.93	Moderada
151	Barranco Alto	INEI	1209	150794.2474	8996659.104	Moderada
152	Salitre	IMG_SATELITAL	832	153510.7822	8997985.659	Moderada
153	Collique	IGN	2737	165604.2198	8998592.601	Moderada
154	Yepish Anyilirca	INEI	3311	168277.5489	8998763.315	Moderada
155	San Antonio	IGN	914	154347.0581	8998779.857	Moderada
156	Aoshipu	IGN	2534	165258.9957	8999021.088	Moderada
157	Cosma	IGN	2587	165829.7026	8999038.461	Moderada
158	Retama	IGN	2636	166154.3194	8999072.765	Moderada
159	Cruz Pampa	IGN	2767	166903.092	8999209.447	Moderada
160	Lliclla Bajo	IGN	1030	155258.8354	8999362.157	Moderada
161	Hucapugran / Huaca Punuran	IGN	3146	168159.334	8999468.77	Moderada
162	Comunidad de Cosma	IGN	3049	167828.0196	8999670.233	Moderada
163	Hacienda Condicion	IGN	985	153971.9566	9000059.579	Moderada
164	Lliclla Alto	IGN	1188	156265.2638	9000066.436	Moderada
165	Lampanin Chico	INEI	1028	153486.4396	9000565.083	Moderada
166	Santa Domingo	IGN	1055	153567.2992	9000915.856	Moderada
167	Socorro	IGN	1129	154422.7113	9001345.358	Moderada
168	Nueva Victoria	INEI	1626	158715.8451	9001458.712	Moderada
169	Huanca	IMG_SATELITAL	1175	155457.4638	9001795.993	Moderada
170	Huaca Grande	IGN	1197	155639.1689	9001981.65	Moderada
171	Curcuran	INEI	1425	158947.8035	9002060.991	Moderada
172	Jimbe	IGN	1200	154991.269	9002205.551	Moderada
173	Guadalupe	IGN	2067	163228.8855	9002232.961	Moderada
174	Chiquis	INEI	1963	162967.4472	9002416.902	Moderada
175	Cruz del Siglo	INEI	1233	156381.9097	9002541.488	Moderada
176	Tejaway	INEI	1198	155361.2932	9002690.092	Moderada
177	Uchpacorral	IGN	1332	156847.0204	9003053.871	Moderada
178	Granadilla Pampa	IGN	1312	156477.9632	9003156.668	Moderada
179	Santa Rosa	IGN	1355	155753.7453	9003176.619	Moderada
180	Hueruro	IGN	1843	159850.8035	9003229.6	Moderada
181	Miraflores de San Pablo	IMG_SATELITAL	1620	159133.294	9003346.783	Moderada
182	La Huaca	IGN	1475	158789.7475	9003522.283	Moderada
183	La Curva	IGN	1535	159157.5495	9003571.474	Moderada
184	Magdalena Nueva	IGN	1411	157151.2861	9003620.5	Moderada
185	Pozo Rico	IGN	1598	159554.6782	9003939.991	Moderada
186	Cartagena	IGN	1762	160383.195	9004342.52	Moderada

187	Palillo Chico	IGN	1252	154669.4598	9004435.051	Moderada
188	Mesita	INEI	1398	153921.9015	9004472.348	Moderada
189	San Pablo	IGN	1566	159695.648	9004496.206	Moderada
190	Canchas	IGN	1828	160793.3192	9004671.505	Moderada
191	Malpaso	IGN	1761	161222.9113	9004942.768	Moderada
192	Palillo Bajo	INEI	1318	154482.2686	9005068.663	Moderada
193	Cutco	PROVIAS	1665	160689.9453	9005136.427	Moderada
194	Huanchuy	INEI	1740	161190.2619	9005240.773	Moderada
195	Cruz Viva	INEI	1834	161075.5858	9005394.814	Moderada
196	Palillo Grande	IGN	1394	154147.324	9005496.144	Moderada
197	Nahuin	IGN	1555	152939.997	9006503.133	Moderada
198	Puca Pampa	IGN	2160	158809.8181	9006779.448	Moderada
199	Pisin Bajo	IGN	1519	153883.0877	9006877.498	Moderada
200	Tarapampa	INEI	2040	152026.256	9006928.33	Moderada
201	Mishua	IGN	1722	156053.5241	9006958.677	Moderada
202	Pisin Alto	IGN	1576	153915.5948	9007627.096	Moderada
203	Predio Mortero	INEI	1905	154870.6214	9009606.144	Moderada
204	Lampanin	IMG_SATELITAL	2093	154101.5677	9010859.113	Moderada
205	Antamarca	IGN	2503	153097.9203	9011745.57	Moderada
206	Carahuay	IGN	2279	151354.3492	9012304.079	Moderada
207	Macracancha	INEI	2422	152823.1677	9012521.765	Moderada

Fuente: MINEDU

Nivel de vulnerabilidad física alta para centros poblados.

N°	CENTROS POBLADOS	FUENTE	ALTURA (msnm)	XCORRD	YCORRD	N VULN
1	Pucara / Pucata	IGN	3619	179097.351	8978824.912	Alta
2	Nunuga	IGN	3753	180851.8989	8978881.07	Alta
3	Pishia	MED-GPS	3507	178729.4345	8979360.573	Alta
4	Tucurumi	IGN	3567	179178.3652	8979436.2	Alta
5	Oxapampa	IGN	3659	180829.8465	8979440.735	Alta
6	Antaraca	MED-GPS	3565	179972.8906	8979670.001	Alta
7	Shococancha	INEI	3453	179121.651	8979797.848	Alta
8	Quicacayan	IMG_SATELITAL	3444	178217.0002	8980175.001	Alta
9	Cuculi	INEI	1215	157039.8685	8980383.796	Alta
10	Pincullo	INEI	3585	178013.917	8980515.07	Alta
11	Cruz Pata	INEI	3684	174283.4078	8982083.526	Alta
12	Paraiso	INEI	993	155930.561	8982102.12	Alta
13	Jarasuco	IGN	3356	172213.0315	8982318.868	Alta
14	Palenque	IGN	255	139480.8085	8984203.191	Alta
15	Sharco	INEI	3197	174159.5374	8985582.323	Alta
16	Vinchamarca / Vinchamarca Grande	IGN	583	151548.6653	8986170.581	Alta

17	Santa Rosa Coto	IMG_SATELITAL	3267	174015.9995	8986244	Alta
18	Shano	IGN	3123	173746.144	8986466.344	Alta
19	Chunya Ruri	IMG_SATELITAL	2986	173482.2257	8986996.703	Alta
20	Piedra Liza	IGN	189	131839.5592	8987070.607	Alta
21	Winchus	IMG_SATELITAL	4041	182859.6472	8988749.691	Alta
22	Colquipucro	IGN	4038	175609.653	8989654.768	Alta
23	Breque	INEI	4037	181245.3182	8990265.038	Alta
24	Shampoj	IGN	2752	172414.2181	8990874.337	Alta
25	Siete Huacas	IGN	584	150519.4462	8990910.075	Alta
26	Santa Teresa	IGN	3735	175645.1743	8990945.638	Alta
27	Cajabamba Baja	MED-GPS	3683	178159.9011	8991040.201	Alta
28	Santa Teresa	IGN	3625	177463.4233	8991498.455	Alta
29	Cajabamba Alta	MED-GPS	3718	178571.9992	8991611.401	Alta
30	Utcush	IGN	2358	170377.2623	8991653.477	Alta
31	Putaca Alta	IGN	3623	176922.4886	8991685.481	Alta
32	Campo El Molino	INEI	3076	174278.0065	8991690.578	Alta
33	Putaca	MED-GPS	3668	177057.0008	8991762.301	Alta
34	Llucllac	INEI	2570	172039.8602	8992491.237	Alta
35	Chorrillos	IMG_SATELITAL	3172	174671.5761	8992646.427	Alta
36	Carash Alto	INEI	2501	170468.9459	8993666.61	Alta
37	Upianca	IGN	2797	172475.3635	8993968.092	Alta
38	Cayapo	IGN	1964	167653.3231	8994208.355	Alta
39	Sectacaca	IGN	2495	170984.7602	8994695.5	Alta
40	Cochayo	IGN	3069	172882.6982	8994739.945	Alta
41	Sanco	IGN	2171	168177.4696	8994782.891	Alta
42	Catumarca	IGN	3725	174744.4873	8995421.864	Alta
43	Salitre Grande	INEI	716	152370.1627	8996001.887	Alta
44	Llacta	MED-GPS	2705	170779.7007	8996786.201	Alta
45	Huaylasquita	IGN	2801	171972.8876	8997779.947	Alta
46	Pampap	MED-GPS	2807	172698.2007	8998206.901	Alta
47	Racratumanca	MED-GPS	3323	174456.0009	8998625.101	Alta
48	Catorce Incas	INEI	3265	174446.7595	8998740.196	Alta
49	Colta	IGN	4556	177686.3485	8998743.566	Alta
50	Marcopampa	INEI	4459	177156.9239	8998812.959	Alta
51	Perco Jilca	IGN	4635	177310.2049	8998971.504	Alta
52	Pampa	IGN	2800	166177.2954	8999541.359	Alta
53	Chucllash	IGN	3410	171266.4955	8999861.555	Alta
54	Ticza	IGN	2849	165933.8698	8999939.435	Alta
55	Perque Irca	INEI	3592	174984.7753	9000028.345	Alta
56	Huari Catac	INEI	3120	167003.1229	9000086.827	Alta
57	Pecu	IGN	3289	173918.3019	9000140.361	Alta
58	Karka	MED-GPS	3261	174032.0008	9000200.5	Alta
59	Uchspacancha	MED-GPS	3236	174368.2016	9000335.301	Alta
60	Cocate	IGN	4128	176071.4954	9000913.406	Alta

61	Succhuran	IGN	1851	162388.2679	9002651.682	Alta
62	Ichic Huanca	INEI	1922	159568.3868	9002957.648	Alta
63	Cuyqui	IGN	2689	166383.4517	9003572.202	Alta
64	Naranjo	INEI	1275	154406.0127	9003756.359	Alta
65	Huashcayan	PROVIAS	2579	166718.7616	9004861.62	Alta
66	Mina Vale un Peru	IGN	2866	168605.0804	9004871.274	Alta
67	Muca	IGN	2403	164775.137	9005241.991	Alta
68	Huiscurpampa	IGN	2402	165739.0522	9005353.902	Alta
69	Hacienda Cocha Peti	IGN	2546	167502.8049	9005445.021	Alta
70	Quipicsa Coto	IGN	2110	163362.8807	9005448.231	Alta
71	Colcap	IMG_SATELITAL	1998	163658.9352	9006088.856	Alta
72	Tara	IGN	2435	165475.3642	9006304.893	Alta
73	Huarco	IGN	2052	163560.3618	9006422.464	Alta
74	Huaripampa	IMG_SATELITAL	2059	164292.3371	9006482.176	Alta
75	Chinga	IGN	2727	167894.8899	9006483.174	Alta
76	Mucharan	PROVIAS	2621	166306.6301	9007164.25	Alta
77	San Tadeo	IGN	2202	164943.6597	9007172.123	Alta
78	Paccha	IGN	1945	156728.3381	9007435.738	Alta
79	Tinco	IGN	1557	153165.2473	9007796.851	Alta
80	Palta Rumi	IGN	2302	165295.4996	9007806.72	Alta
81	Cal Irca	IGN	2293	157626.288	9008015.195	Alta
82	Lucma	IGN	2467	165856.9827	9008264.241	Alta
83	Sunchupampa	IGN	2643	159324.8934	9008363.493	Alta
84	Huauran	IGN	1713	154511.303	9008618.402	Alta
85	Buena Vista	IGN	2514	157896.4634	9008647.431	Alta
86	Lucma Pampa	IGN	2458	166240.6742	9008732.546	Alta
87	Quepancoto	IGN	2725	165154.1217	9008897.122	Alta
88	Chacana	IGN	1774	154064.8093	9008905.708	Alta
89	Hacienda Alizo	IGN	3148	169078.2048	9008919.189	Alta
90	Callan Pampa	INEI	2542	165647.8144	9009026.774	Alta
91	Taullish	IGN	3292	163424.5086	9009328.621	Alta
92	Ticlla	IGN	2271	161697.3323	9009424.464	Alta
93	Cashacoto	INEI	3216	168092.573	9009452.11	Alta
94	Tarapampa	IGN	2195	161138.4793	9009462.166	Alta
95	Cashapampa	IMG_SATELITAL	2764	165669.4507	9009521.967	Alta
96	Angoy	IGN	2743	159042.1598	9009682.622	Alta
97	Shocoshtumana	INEI	2292	160735.4222	9009853.907	Alta
98	La Playa	IGN	1920	154679.6754	9009882.955	Alta
99	Peras	IMG_SATELITAL	3431	168947.3486	9010027.826	Alta
100	Hacienda Peras	IGN	3428	169017.1935	9010042.901	Alta
101	Shonca	IGN	2581	162009.8187	9010082.493	Alta
102	Raquicana / Anchac	IGN	3277	163609.1667	9010105.095	Alta
103	Tejahuay	IGN	1846	154290.6862	9010120.087	Alta
104	Chilon	IGN	3468	163970.2599	9010199.391	Alta

105	Cajon	IGN	2636	160135.8429	9010283.944	Alta
106	Iglesia Cota	IGN	3467	164165.7353	9010372.095	Alta
107	Huaroma	IGN	2553	157119.2314	9010480.379	Alta
108	Quita	IGN	2529	161741.2657	9010502.638	Alta
109	Bellavista	IGN	2934	159719.016	9010596.949	Alta
110	Cahuish	IGN	2931	167755.4281	9010734.868	Alta
111	Shucuqui	INEI	3209	163339.1771	9010765.796	Alta
112	Huiri	INEI	3427	169032.0166	9010880.22	Alta
113	Yerba Buena	IGN	2651	160118.0788	9010969.435	Alta
114	Huaran	IGN	2009	154563.3867	9011015.903	Alta
115	Huacapampa	IGN	3568	163976.7103	9011043.026	Alta
116	Olivo	INEI	3182	163045.694	9011107.684	Alta
117	Quemishcocha	IGN	2700	160471.4836	9011246.979	Alta
118	Carhuamarca	IGN	3185	162724.1641	9011334.423	Alta
119	Chinchupuquio	IGN	3245	168146.3172	9011346.872	Alta
120	Calirca	INEI	2239	153937.7872	9011576.833	Alta
121	Azurangra	IGN	2588	155465.9645	9011719.936	Alta
122	Quemish Coto	IGN	3015	159547.3334	9011756.193	Alta
123	Alizo	IGN	2981	158048.983	9011796.612	Alta
124	Rayan	IMG_SATELITAL	3272	159162.2015	9011944.687	Alta
125	Secse	IGN	3146	159824.254	9012078.147	Alta
126	Tinco	IGN	2455	161455.5404	9012081.202	Alta
127	Marco	IGN	2635	155188.7649	9012293.994	Alta
128	Rancapampa	INEI	2986	160244.9894	9012540.56	Alta
129	Marcocoto	IGN	2659	160688.8602	9012758.732	Alta
130	Ichic Peras	IGN	3157	163411.1709	9012852.673	Alta
131	Mirador	IGN	2759	155711.4576	9013086.862	Alta
132	Potrero	IGN	3132	161663.4118	9013160.256	Alta
133	31 de Mayo	IGN	3241	159641.5625	9013616.623	Alta
134	Chequis	IGN	2833	153318.774	9013651.199	Alta
135	Racuaybamba	IGN	3399	161944.4348	9013787.841	Alta
136	Uranracuay	IGN	3122	162768.9475	9013874.322	Alta
137	Quero Cancha	IGN	3031	156248.7583	9014038.518	Alta
138	Paucatsi	IGN	3069	153827.8948	9014120.9	Alta
139	Castillo	IGN	3644	159878.8444	9014375.442	Alta
140	Cochachuri	IGN	3732	158308.7744	9014450.832	Alta
141	Potrero	IGN	3115	156689.8056	9014488.494	Alta
142	Atun Chacra	IGN	3579	160130.2261	9014493.95	Alta
143	Quitayuyo	IGN	3452	161678.3252	9014586.513	Alta
144	Cotohuavi	IGN	3443	154593.5967	9014676.615	Alta
145	Secse Loma	IGN	3336	163455.5464	9014852.135	Alta
146	Horno Pampa	IGN	3255	153290.9242	9014853.326	Alta
147	Cotohuain	IGN	3242	164265.8062	9014886.091	Alta
148	Sabanas Callan	IGN	3143	163922.6797	9014938.824	Alta

149	Minas	IGN	3445	160609.1225	9014974.395	Alta
150	Amapampa	IGN	3591	160221.5428	9015026.646	Alta
151	Quilcay	IGN	3508	154573.179	9015126.424	Alta
152	Majada	IGN	3530	160677.7065	9015406.837	Alta
153	Cunca	IGN	3297	156415.1917	9015583.211	Alta
154	Huaraco	IGN	3455	161346.8847	9015642.45	Alta

Fuente: MINEDU

Nivel de vulnerabilidad física muy alta para centros poblados.

N°	CENTROS POBLADOS	FUENTE	ALTURA (msnm)	XCORRD	YCORRD	N VULN
1	Ananpunta	IGN	4123	179270.1989	8983075.701	Muy alta
2	Escalon	IGN	1490	164263.0856	8983256.884	Muy alta
3	Quita Punro	IGN	4075	178022.0802	8989664.684	Muy alta
4	Quita Semuru	INEI	3847	177915.3056	8990289.929	Muy alta
5	Taurantin	IGN	1703	158992.2783	9004448.985	Muy alta
6	Rayan	IGN	3510	170892.221	9010271.74	Muy alta

Fuente: MINEDU

ANEXO 17: BASE DE DATOS SOBRE CENTROS EDUCATIVOS (MINEDU).

Nivel de vulnerabilidad física moderada por centro educativo.

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓNES	NIVEL	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	N° DOCENTE	N° ALUMNOS	DIRECTORES	ALTURA (msnm)	Xcoord	Ycoord	N VULN
1	87009-01	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	12	1	1812	826683	8981781	Moderada
2	88405 JESUS DE MONTREUIL MORALES	Inicial - Jardín	Ancash	Santa	Nuevo Chimbote	1	14	1	140	786628	8984219	Moderada
3	86547 DAVID ELWIN JHONSON MILLER	Secundaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	6	57	1	3024	172619	8985993	Moderada
4	CEBE FE Y ALEGRIA 42	Educación Especial	Ancash	Santa	Chimbote	3	55	1	266	799096	8987796	Moderada
5	88374	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	20	1	1726	826424	8990815	Moderada
6	86504 ANDRES PASCUAL	Secundaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	9	153	1	3116	173574	8991197	Moderada
7	88098	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	8	87	1	895	816825	8992974	Moderada
8	88098	Secundaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	8	63	1	895	816825	8992974	Moderada
9	1607	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	29	1	2771	172212	8995761	Moderada
10	88056	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	2	10	1	1042	813211	9000839	Moderada
11	88050	Secundaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	13	139	1	1199	814742	9002454	Moderada
12	88076	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	8	1	1342	815520	9003412	Moderada
13	88306	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	19	1	1658	819737	9004294	Moderada

14	88050	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	9	166	1	1199	814457	9004688	Moderada
15	88410	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	2	5	1	1256	814457	9004688	Moderada

Fuente: MINEDU

Nivel de vulnerabilidad física alta por centro educativo.

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓNES	NIVEL	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	N° DOCENTE	N° ALUMNOS	DIRECTORES	ALTURA (msnm)	Xcoord	Ycoord	N VULN
1	88301	Primaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	7	135	1	3518	178523	8979308	Alta
2	87009-05	Primaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	19	1	3567	179973	8979670	Alta
3	86812 SANTA MARIA VIRGEN	Primaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	19	1	3460	178725	8979862	Alta
4	86548 JOSE MARIA VELAZ	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	21	1	2981	174204	8980364	Alta
5	88247	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	22	1	2852	170529	8982538	Alta
6	88376	Primaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	22	1	4005	173523	8983694	Alta
7	86503 SANTA ROSA	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	16	1	2055	828006	8989097	Alta
8	86005	Inicial - Jardín	Ancash	Huaylas	Pamparomas	1	15	1	2213	828461	8989622	Alta
9	88057 SAN LORENZO MARTIR	Secundaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	8	130	1	2585	825525	8999110	Alta
10	88083	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	2	1	2086	822977	9002346	Alta
11	88342	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	11	1	1736	819664	9003589	Alta
12	88094 BETZABE ESPINOZA PEREZ	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	2	33	1	1832	820582	9004824	Alta
13	88096	Secundaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	8	36	1	2551	827303	9005488	Alta

14	88305	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	9	1	1868	820921	9005812	Alta
15	88055 DANILO CARRASCO MAZA	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	4	34	1	1918	822896	9005941	Alta
16	88055 DANILO CARRASCO MAZA	Secundaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	8	74	1	1918	822896	9005941	Alta
17	88084	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	7	1	2436	825290	9006380	Alta
18	88313	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	15	1	2249	824947	9007460	Alta
19	88093	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	8	1	1763	813925	9009167	Alta
20	88258	Primaria	Ancash	Santa	Caceres Del Peru	1	5	1	3501	814535	9015377	Alta

Fuente: MINEDU

Nivel de vulnerabilidad física muy alta por centro educativo.

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	NIVEL	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	N° DOCENTE	N° ALUMNOS	DIRECTORES	ALTURA (msnm)	Xcoord	Ycoord	N VULN
1	86825	Primaria	Ancash	Huaylas	Pamparomas	2	64	1	3523	173781	8985095	Muy alta

Fuente: MINEDU

ANEXO 18: ZONAS REPRESENTATIVAS DE LA COBERTURA VEGETAL

ANEXO 18.01: ARBUSTOS EN LA COSTA DE LA CUENCA

ANEXO 18.02: CARDONALES EN LA PARTE MEDIA DE LA CUENCA

ANEXO 18.03: PAJONAL Y CARDONALES EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA

ANEXO 19: UBICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE MASAS EN LA CUENCA NEPEÑA

ANEXO 19.01: TERRENOS AFECTADOS POR HUAYCOS

ANEXO 19.02: TERRENOS ACCIDENTADOS

ANEXO 19.03: SECTORES AFECTADOS POR HUAYCOS

ANEXO 19.04: VIVIENDAS DE ADOBE CERCA DE UN DESLIZAMIENTO

ANEXO 20: ELEMENTOS EXPUESTOS

ANEXO 20.01: RED VIAL EN LA PARTE BAJA DE LA CUENCA

ANEXO 20.02: DISTRITO DE “MORO” PARTE MEDIA DE LA CUENCA

ANEXO 20.03: DISTRITO DE “NEPEÑA”

ANEXO 20.04 PROPIEDAD FORESTAL DE “SAN JACINTO”

ANEXO 20.05 MAQUINARIA PARA LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR, EN TERRENOS AGRÍCOLAS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA