

“UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRE ORIGINADOS POR
FENÓMENOS NATURALES PARA REDUCIR LA
VULNERABILIDAD A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS EN LA
INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANDRES
AVELINO CACERES DE SAN JUAN DE YACAN, DISTRITO DE
PAUCAR – PASCO”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTA: MARAVI PONCE JOSE LUIS

ASESOR: JORGE ZEVALOS HUARANGA

HUÁNUCO – PERÚ

2019

RESUMEN

En el trabajo de investigación se pudo identificar peligros de geodinámica externa que viene afectando a la población de la localidad de San Juan de Yacan y a la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres que se encuentran expuestas a fenómenos naturales como deslizamiento a causa de las intensas lluvias, sismos, etc. lo cual la población es social y estructuralmente vulnerables, donde la Institución Educativa publica es importante para la zona, ya que trae desarrollo, menos analfabetismo y los escolares tener mayores oportunidades. También ha sido declarado en emergencia el distrito de Paucar donde está involucrado la localidad de San Juan de Yacan por desastre a consecuencia de deslizamientos y huacos, debido a intensas precipitaciones pluviales (DECRETO SUPREMO N° 074-2019-PCM). Donde también fueron declarados en zonas expuestas a alto peligro por INGEMMET, ANA e IGP publicada en INDECI.

La Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres y la Localidad de San Juan de Yacan se encuentran en peligro Muy Alto por el movimiento de masa de reptación del suelo, también está afectada por una falla geológica que le ayuda a ser más vulnerable frente a peligros de geodinámica externa. En toda la localidad de San Juan de Yacan existen elementos expuestos como Instituciones Educativas, Centros de Salud, Carretera Vecinal, Área agrícola, etc. Eso nos da un indicativo que existe exposición de los medios de vida de la población como su vulnerabilidad social, económica, física y ambiental que va ser afectada frente a un fenómeno de Geodinámica Externa.

Palabras claves: Geodinámica externa, movimiento en masa, falla geológica, precipitaciones pluviales.

SUMMARY

In the research work it was possible to identify dangers of external geodynamics that has been affecting the population of the town of San Juan de Yacan and the Andrés Avelino Cáceres Educational Institution that are exposed to natural phenomena such as landslides due to heavy rains, earthquakes , etc. which the population is socially and structurally vulnerable, where the Public Educational Institution is important for the area, since it brings development, less illiteracy and schoolchildren have greater opportunities. The district of Paucar where the town of San Juan de Yacan is involved in a disaster as a result of landslides and huaicos, due to intense rainfall, has also been declared emergency (SUPREME DECREE N ° 074-2019-PCM). Where they were also declared in areas exposed to high danger by INGEMMET, ANA and IGP published in INDECI.

The Andrés Avelino Cáceres Educational Institution and the Town of San Juan de Yacan are in danger Very High due to the movement of soil remediation mass, it is also affected by a geological fault that helps it to be more vulnerable to external geodynamic hazards . In the whole town of San Juan de Yacan there are exposed elements such as Educational Institutions, Health Centers, Neighborhood Road, Agricultural Area, etc. That gives us an indication that there is exposure of the livelihoods of the population as their social, economic, physical and environmental vulnerability that will be affected in the face of a phenomenon of External Geodynamics.

Keywords: External geodynamics, mass movement, geological failure, rainfall.

ÍNDICE

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE	IV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 ANTECEDENTES:.....	3
1.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA:	6
1.2.5.1. Descripción de los parámetros	23
1.3 HIPÓTESIS:	33
1.3.1. Hipótesis específicos:.....	33
1.4 VARIABLES:.....	33
1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	34
1.6 OBJETIVOS:.....	36
1.6.1. Objetivo general:.....	36
1.6.2. Objetivos específicos:.....	36
1.7 POBLACIÓN:	36
1.8 MUESTRA:.....	37
CAPÍTULO II	38
MARCO METODOLÓGICO	38
4.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	39
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	39
4.3. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	40
4.4. PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS:.....	42
CAPÍTULO III	43
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43

3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	44
3.2	LINDEROS Y MEDIDAS PERIMETRALES:	46
3.3	ACCESIBILIDAD	46
3.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	48
3.5	ESTUDIO DE GEOLOGÍA	50
3.6	GEOMORFOLOGÍA:	52
3.6.1.	Superficie puna:	52
3.6.2.	Estadio valle	52
3.6.3.	El estadio cañon	53
3.6.4.	Lito estratigrafía.....	53
3.6.5.	Diseño paleotectonico	54
3.6.6.	Complejo del marañón	54
3.6.7.	Esquistos.....	54
3.6.8.	Filitas y pizarras	55
3.6.9.	Paleozoico inferior.....	56
3.6.10.	Grupo ambo	56
3.6.11.	Grupo mitu.....	56
3.6.12.	Litología.....	57
3.7	SUELO DE FUNDACIÓN.....	60
3.7.1.	Ubicación de las calicatas excavadas	61
3.7.2.	Descripción del perfil de las calicatas	62
3.7.3.	Nivel freático.....	65
3.7.4.	Zonificación geotécnica de la zona de estudio	65
3.7.5.	Ensayos de laboratorio	66
3.8	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.....	67
3.9	CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA	68
3.10	ESTIMACIÓN DE LA PELIGROSIDAD A FENÓMENOS NATURALES EN EL SAN JUAN DE YACAN.....	71
3.11	VULNERABILIDAD DE LOS MÓDULOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANDRÉS AVELINO CÁCERES	80
3.11.1.	Descripción de los módulos existentes.....	80

3.11.2. Descripción del terreno existente.....	86
3.11.3. Vulnerabilidad física de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres (FEMA 154)	88
3.11.4. Vulnerabilidad física de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres (Método Italiano).....	89
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFIA	93

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: VALORES DE COHESIÓN POR TIPO DE SUELO.....	9
CUADRO N° 2: VALORES DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA EN SUELOS GRANULARES NO PLÁSTICOS, EN FUNCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA Y LA COMPACIDAD	9
CUADRO N° 3: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE A PARTIR DE ÍNDICES DE CAMPO. RESISTENCIA ESTIMADA EN CAMPO	11
CUADRO N° 4: VALORES DE LA CONSTANTE MI DE LA ROCA INTACTA PARA DISTINTOS TIPOS DE ROCA.....	12
CUADRO N° 5: ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.....	21
CUADRO N° 6: TIPOS DE EDIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO FEMA 154.....	31
CUADRO N° 7: MODIFICADORES DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO	32
CUADRO N° 8: CARGA DE PERSONAS SEGÚN EL TIPO DE EDIFICACIÓN	32
CUADRO N° 9: OPERACIÓN DE VARIABLES	34
CUADRO N° 10: TERRENOS COLINDANTES	46
CUADRO N° 11: RUTA DE ACCESO AL CC.PP SAN JUAN DE YACAN	47
CUADRO N° 12: CLIMA Y PRECIPITACIÓN EN LA LOCALIDAD.....	48
CUADRO N° 13: NORMAS TÉCNICAS.....	60
CUADRO N° 14: COORDENADA DE LAS CALICATAS.	61
CUADRO N° 15: RESUMEN DE LOS TIPOS DE ENSAYO.	66
CUADRO N° 16: ANÁLISIS DE CIMENTACIONES.	70
CUADRO N° 17: PARÁMETROS DE TEXTURA DEL SUELO	72
CUADRO N° 18: PARÁMETROS DE PENDIENTE	72
CUADRO N° 19: PARÁMETROS DE EROSIÓN.....	72
CUADRO N° 20: PARÁMETRO DE VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO.....	73
CUADRO N° 21: FACTOR CONDICIONANTE RELIEVE	73
CUADRO N° 22: FACTOR CONDICIONANTE TIPO DE SUELO	73
CUADRO N° 23: FACTOR CONDICIONANTE COBERTURA VEGETAL.....	74
CUADRO N° 24: FACTOR CONDICIONANTE USO ACTUAL DEL SUELO	74
CUADRO N° 25: FACTOR DESENCADENANTE HIDROMETEOROLOGICO	74
CUADRO N° 26: FACTOR DESENCADENANTE GEOLOGICO	75
CUADRO N° 27: FACTOR DESENCADENANTE INDUCIDO POR EL SER HUMANO	75

CUADRO N° 28: PONDERACIÓN DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA	75
CUADRO N° 29: PONDERACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTE	76
CUADRO N° 30: PONDERACIÓN DE LOS FACTORES DESENCADENANTES	76
CUADRO N° 31: PONDERACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD	76
CUADRO N° 32: ESTIMACIÓN DE LA PELIGROSIDAD	77
CUADRO N° 33: DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGROSIDAD	77

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA N° 1: NOMENCLATURA DE TALUD Y LADERA.	7
FIGURA N° 2: NOMENCLATURA DE UN DESLIZAMIENTO.	7
FIGURA N° 3: CRITERIO DE ROTURA LINEAL DE MOHR-COULOMB. ES UN CRITERIO DE ROTURA MAYORMENTE UTILIZADO PARA SUELOS.	8
FIGURA N° 4: ENVOLVENTES DE ROTURA DEL CRITERIO DE HOEK & BROWN EN FUNCIÓN DE A) ESFUERZO PRINCIPAL B) ESFUERZOS NORMAL Y TANGENCIAL.....	10
FIGURA N° 5: CICLO HIDROLÓGICO.	18
FIGURA N° 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA.....	28
FIGURA N° 7: CONFIGURACIÓN POR ELEVACIÓN	29
FIGURA N° 8: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN N° 1: ÁREA DE ESTUDIO SAN JUAN DE YACAN	37
ILUSTRACIÓN N° 2: MÉTODO ITALIANO	40
ILUSTRACIÓN N° 3: MÉTODO FEMA 154	41
ILUSTRACIÓN N° 4: UBICACIÓN GEOGRÁFICA	45
ILUSTRACIÓN N° 5: LINDEROS PERIMETRALES.....	46
ILUSTRACIÓN N° 6: ACCESIBILIDAD AL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE YACAN.....	48
ILUSTRACIÓN N° 7: CONCENTRACIONES DE MINERALES.	55
ILUSTRACIÓN N° 8: PLANO DE LAS CALICATAS.....	62
ILUSTRACIÓN N° 9: UBICACIÓN PARA LA EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°01	63
ILUSTRACIÓN N° 10: EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°02	64
ILUSTRACIÓN N° 11: EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°03	65
ILUSTRACIÓN N° 12: ENTRADA DE LA I.E “ANDRÉS AVELINO CÁCERES”	81
ILUSTRACIÓN N° 13: MÓDULO EXISTENTE "AUDITORIO"	81
ILUSTRACIÓN N° 14: AULA DE CLASES	82
ILUSTRACIÓN N° 15: PATIO DE FORMACIÓN	82
ILUSTRACIÓN N° 16: SERVICIOS HIGIÉNICOS	83
ILUSTRACIÓN N° 17: CERCO PERIMÉTRICO	84
ILUSTRACIÓN N° 18: MURO DE CONTENCIÓN.....	84

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1: ELEMENTOS EXPUESTOS.....	49
MAPA N° 2: GEOLÓGICO	51
MAPA N° 3: GEOMORFOLÓGICO	58
MAPA N° 4: HIDROGEOLÓGICO	59
MAPA N° 5: SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTO DE MASA	78
MAPA N° 6: PELIGROS GEOLÓGICOS.....	79

INTRODUCCIÓN

Al hablar de vulnerabilidad nos referimos al resultado de procesos de desarrollo no sostenibles. Es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. La vulnerabilidad física, es el grado de exposición en la que se encuentran las edificaciones de un lugar determinado a sufrir las consecuencias de la geodinámica externa de gran o mediana magnitud. Los estudios de vulnerabilidad se realizan para evaluar la situación actual en la que se encuentran las edificaciones y conocer las zonas más afectadas frente a los fenómenos naturales

De manera general, las edificaciones presentan más inconvenientes dentro de los siguientes parámetros: distribución, calidad de los muros, estado del diafragma, irregularidades en altura y en planta de acuerdo con el reglamento nacional de edificaciones de la norma técnica E030 “diseño sismorresistente”. La mala aplicación de estos procedimientos de construcción origina que las edificaciones son muy vulnerables frente a fenómenos naturales.

La investigación se realizó a la localidad de San Juan de Yacan y a la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres para analizar el riesgo de desastre originado por fenómenos naturales, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura.

Capítulo I Marco Teórico: Se consignan los antecedentes o trabajos de investigación afines, bibliografía, hipótesis, variables, objetivos y población.

Capítulo II Marco Metodológico: Tipo, método y diseño de la investigación

Capítulo III Discusión de Resultados: Desarrolla el cálculo obtenido por el tesis, modelo matemático, gráficos, mapas, etc

Capítulo IV Conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes:

Landa Ruiz, L. (2006), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general es proponer una metodología de evaluación de la capacidad sísmica de puentes existentes que pueda aplicarse a un gran número de puentes con una aproximación confiable, lo cual concluye que se realizó un estudio paramétrico para determinar la influencia de los principales parámetros que afectan a la relación $M - \emptyset$ se encontró que los parámetros más importantes son el porcentaje de acero longitudinal p_1 , porcentaje de carga axial y porcentaje de acero transversal p_2 .

Juarez Valencia, M y Loayza Rodriguez, J (2015), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general determinar la vulnerabilidad sísmica estructural y estados de daño de edificaciones monumentales de sillar, considerando sus características físicas de acuerdo a aceleraciones sísmicas determinadas, lo cual concluye que un 70.69% de las edificaciones del Barrio de San Lázaro muestran una vulnerabilidad baja, lo cual se puede comprobar al ver que las edificaciones que datan de los siglos XVIII y XIX, han resistido decenas de terremotos sin llegar a la destrucción total, concluyendo que el factor de este resultado es el espesor de muros.

Rodriguez Zavaleta, J (2005), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general presentar una metodología clara, concisa y basta aproximada, que permita disponer de la mejor información para realizar un estudio completo de vulnerabilidad sísmica de ciudades. Asi mismo, se desea mostrar la operatividad que se le puede proporcionar al método del índice de vulnerabilidad, lo cual concluye que el método del índice de vulnerabilidad es adecuado para implementarlo en grandes ciudades (aplicación en el ámbito urbano), solo es el caso que se disponga de la información mínima necesaria para evaluar la calidad sismo resistente de los edificios o estructuras que se estudien.

Ortega Cortez, G. (2014), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general, Diseñar una propuesta de Plan de Gestión de Riesgos y Desastres ante deslizamientos, sismos e incendios para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, lo cual concluye que las principales vulnerabilidades identificadas en la PUCESE están relacionadas a amenazas de sismos, incendios y deslizamientos, debido a su ubicación geográfica y carencia de un PGR.

Clavijo Barros, B. (2012), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de gestión de riesgos y emergencia, que tuvo como objetivo general Desarrollar Líneas Estratégicas de Reducción de Riesgos de desastres de origen natural y antrópico para la parroquia de Nanegalito, en el Distrito Metropolitano de Quito, en el año 2015, mediante el análisis de amenazas naturales y antrópicas, vulnerabilidades de la cabecera parroquial y sus barrios rurales, así como el nivel de organización del Gobierno local , lo cual concluye con la geodinámica alta en la zona de estudio, pone a la cabecera parroquial así como a sus barrios rurales en una posición muy sensible y vulnerable al momento de presentarse un evento de magnitud considerable por estar ubicada en la falla del mismo nombre, lo que pone en el tapete el gran riesgo que existe por el tipo de viviendas construidas sin asistencia profesional predominantes en la zona de impacto.

Rodríguez Vásquez, H(2012), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Maestro en Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general Elaborar un documento que integre acciones estructurales y no estructurales para el control y manejo de inundaciones en zonas urbanas, lo cual concluye que se observó que las inundaciones no son un fenómeno reciente y es un hecho que se ha visto incrementado el impacto de estos fenómenos, debido principalmente al crecimiento de la población de manera descontrolada. A pesar que se ha visto un incremento en la cantidad de desastres provocados por inundación, ya no se

tienen grandes cantidades de pérdidas de vidas humanas, esto se puede atribuir a las acciones preventivas que se han implementado de manera exitosa.

Pérez Jara, J (2011), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general es cuantificar el nivel de riesgo en la zona de estudio, calculado como una combinación de niveles de amenaza o peligro y vulnerabilidad. Como amenaza, se consideró el nivel de inundación generado por las crecidas posibles de ocurrir ante ciertos escenarios climáticos futuros, definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), lo cual concluye que Este estudio logró cumplir con los objetivos planteados. Se ha estimado la magnitud y extensión de las inundaciones asociadas a distintos períodos de retorno, tanto para la condición climática actual como para los escenarios futuros A2 y B2, y se han presentado como mapas. De forma paralela se desarrolló un mapa de vulnerabilidad de la zona afectada por inundaciones, en función del uso de suelo en el sector. Finalmente se confeccionaron mapas de riesgo de inundación, superponiendo los mapas de peligro de inundación y el de vulnerabilidad.

Cruz Acosta, E. (2014), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Título Profesional de Ingeniería Civil, que tuvo como objetivo general determinar y analizar el grado de vulnerabilidad social, así como conocer la capacidad de la población frente al problema de las inundaciones en el municipio de Poza Rica y que sirva de base para otros estudios como ordenamiento territorial, ordenamiento ecológico e impacto ambiental, lo cual concluye que El análisis de la Vulnerabilidad Social se refiere a la obtención de un determinado nivel de vulnerabilidad y la definición de sus atributos en coordenadas espaciales y temporales específicas. Este análisis es utilizado desde hace mucho tiempo como una herramienta para la gestión del riesgo. La elaboración de atlas de riesgos no debe limitarse a proporcionar información sobre los peligros, sino también de las vidas y propiedades expuestas.

Ibarra Martínez, L. (2016), publica una Tesis de Investigación en el Grado de Master en desarrollo Regional, que tuvo como objetivo general analizar la vulnerabilidad social asociada a eventos hidrometeorológicos y climáticos, dentro de los cuales se inscribe el cambio climático, y sus causas subyacentes a nivel comunitario, tomando como caso de estudio a la colonia 3 de octubre de la ciudad de Tijuana, lo cual concluye que Como se vio al inicio, México presenta fenómenos naturales de alto potencial destructivo que provocan daños importantes a nivel social, económico y ambiental cuando se combinan con entornos vulnerables sobrepoblados y poblaciones expuestas. Tijuana no es una excepción, y bajando la escala hasta el nivel explorado, una colonia, es posible identificar los fenómenos naturales específicos que, sin ser necesariamente de alto potencial destructivo, si son frecuentes y van acumulando consecuencias y costos en las comunidades.

1.2 Investigación bibliográfica:

1.2.1. Talud:

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denomina ladera natural o simplemente ladera (De Matteis, A. 2003).

En ciertos trabajos de la Ingeniería Civil es necesario utilizar el suelo en forma de talud como parte de la obra. Tal es el caso de terraplenes en caminos viales, en presas de tierras, canales, etc.; donde se requiere estudiar la estabilidad del talud (De Matteis, A. 2003).

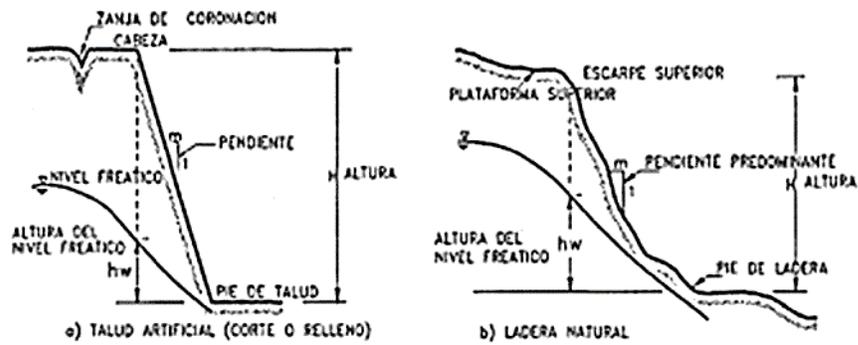


Figura N° 1: Nomenclatura de Talud y Ladera.

Fuente: Poblete, 2006

Deslizamiento de taludes:

Se denomina deslizamiento a la rotura y al desplazamiento del suelo situado debajo de un talud, que origina un movimiento hacia abajo y hacia fuera de toda la masa que participa del mismo. (Sackschewski, E. 2017)

Los deslizamientos pueden producirse de distintas maneras, es decir en forma lenta o rápida, con o sin provocación aparente. Generalmente se producen como consecuencia de excavaciones o socavaciones en el pie del talud. Sin embargo existen otros casos donde la falla se produce por desintegración gradual de la estructura del suelo, aumento de las presiones intersticiales debido a filtraciones de agua (Sackschewski, E. 2017).

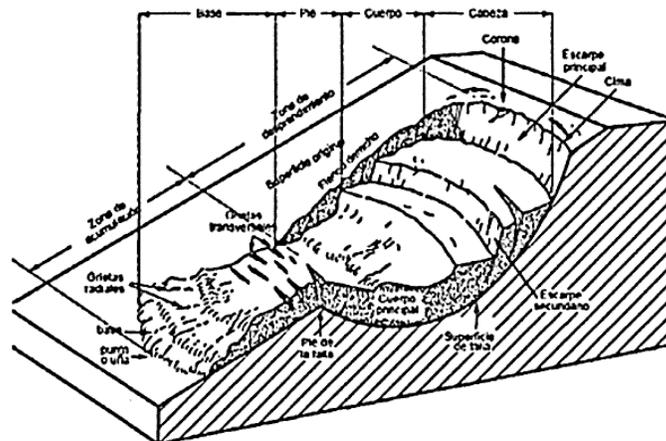


Figura N° 2: Nomenclatura de un Deslizamiento.

Fuente: Poblete, 2006

1.2.2. Criterio de Mohr-Coulomb

Es un criterio de rotura lineal que expresa la resistencia al corte a lo largo de un plano en un estado triaxial de tensiones, obteniéndose la relación entre los esfuerzos normal y tangencial que actúan en el momento de la rotura. Es representado mediante la siguiente fórmula:

$$\tau = c + \sigma_n \tan \varphi$$

Dónde:

τ y σ_n : son las tensiones tangencial y normal sobre el plano de rotura.

c y φ : son la cohesión y ángulo de fricción interna del material.

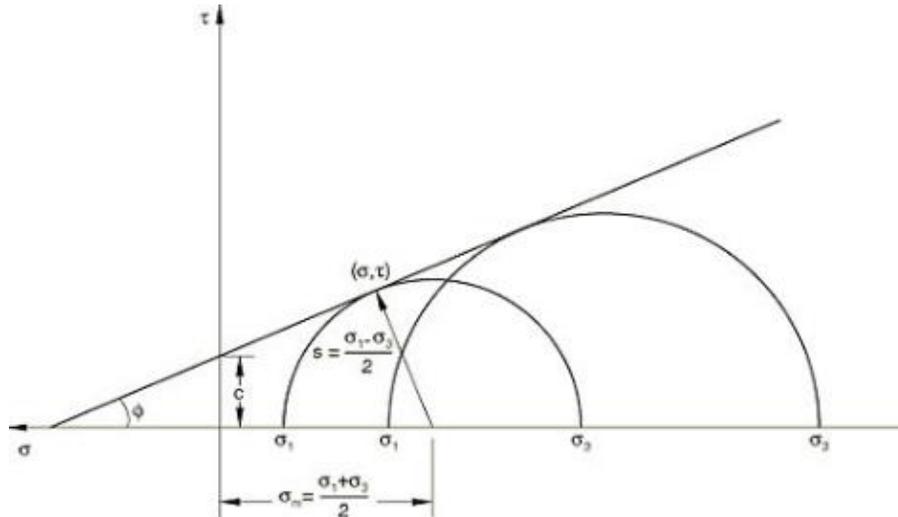


Figura N° 3: Criterio de rotura lineal de Mohr-Coulomb. Es un criterio de rotura mayormente utilizado para suelos.

Fuente: Hough (1957)

Cohesión: Es la propiedad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

Cuadro N° 1: Valores de Cohesión por tipo de suelo.

COHESION (KPa)	
Arcilla rígida	20 - 25
Arcilla semirígida	8 - 12
Arcilla blanda	0 - 4
Arcilla arenosa	2 - 8
Limo rígido o duro	0 - 5

Fuente: Hough (1957)

Ángulo de Fricción Interna: La fricción interna de un suelo está definida por el ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste el deslizamiento, a lo largo de un plano, y la fuerza normal aplicada sobre dicho plano.

Cuadro N° 2: Valores del ángulo de fricción interna en suelos granulares no plásticos, en función de la granulometría y la compactidad

Tipo de suelo	Ángulo de fricción interna en función de la densidad inicial (°)		
	Suelto	Medianamente denso	Compacto
Limo no plástico	24 – 28	28 – 32	30 – 34
Arena uniforme fina a media	26 – 30	30 – 34	32 – 36
Arena bien graduada	30 – 34	34 – 40	38 – 46
Mezclas de arena y grava	32 – 36	36 – 42	40 – 48
Grava	36 - 40	38 - 42	42 – 50

Fuente: Hough (1957)

1.2.3. Criterio de Hoek & Brown

Es un criterio de rotura no lineal más adecuado para evaluar la resistencia de la matriz rocosa isótropa en condiciones triaxiales. Se representa mediante la expresión matemática:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m_i \sigma_{ci} \sigma_3 + \sigma_{ci}^2}$$

Donde:

σ_1 y σ_3 : son los esfuerzos principales mayor y menor, respectivamente.

σ_{ci} : es la resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa.

m_i : es la constante de la roca intacta, que puede obtenerse de la bibliografía cuando no sea posible obtenerla a partir de ensayos triaxiales.

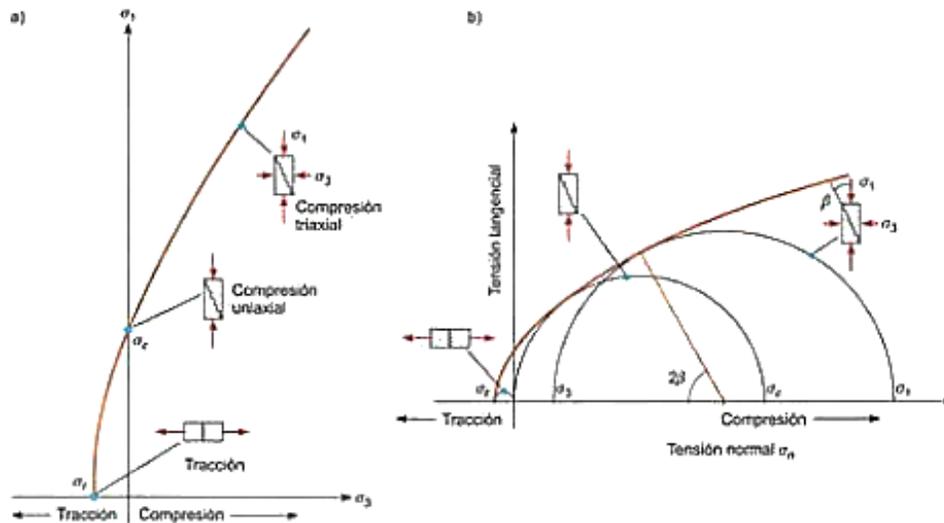


Figura N° 4: Envolventes de rotura del Criterio de Hoek & Brown en función de a) Esfuerzo principal b) Esfuerzos normal y tangencial.

Fuente: (Hoek y Brown, 1980)

Resistencia a la Compresión Uniaxial (UCS): Es el esfuerzo de compresión axial, orientado en un solo eje, máximo que puede tolerar una muestra de material antes de fracturarse. Se conoce también como resistencia a la compresión no confinada.

La resistencia a la compresión uniaxial (UCS) de la roca puede ser medida en campo mediante golpes del martillo geológico, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro N° 3: Resistencia a la Compresión Simple a partir de índices de campo.
Resistencia Estimada en Campo

Resistencia Estimada en Campo	Descripción	Resistencia (MPa)
Se desintegra al golpe firme con la punta del martillo geológico. Puede ser escarbada con una cuchilla.	Muy blanda	1 – 5
Puede ser escarbada con dificultad por una cuchilla. Se puede indentar la punta del martillo geológico con un golpe firme.	Blanda	5 – 25
Se rompe con un golpe firme del martillo geológico. No puede ser escarbada con una cuchilla.	Moderadamente dura	25 – 50
Se rompe con más de un golpe del martillo geológico.	Dura	50 – 100
Se requieren muchos golpes del martillo geológico para romper la roca.	Muy dura	100 – 250
Los golpes del martillo geológico sólo obtienen esquirlas.	Extremadamente dura	>250

Fuente: (Hoek y Brown, 1980)

Índice de Resistencia Geológica (GSI): Es un índice desarrollado por Hoek en 1994 para subsanar los problemas detectados con el uso del RMR para evaluar la resistencia de los macizos rocosos según el criterio generalizado de Hoek-Brown. Se determina en base a dos parámetros: estructura del macizo rocoso (RMS), definida en términos de su grado de fracturamiento y trabazón; y la condición de las discontinuidades presentes en el macizo (JC).

El GSI se obtiene mediante la observación de las condiciones de las discontinuidades en el macizo rocoso en campo. Se utiliza el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4: Valores de la Constante mi de la Roca Intacta para distintos tipos de roca

Tipo de Roca	Clase	Grupo	Textura			
			Gruesa	Media	Fina	Muy Fina
SEDIMENTARIAS	Clásticas		Conglomerado (22)	Arenisca 19	Limolita 9	Arcillolita 4
	No Clásticas		←----- Grauwaca -----→ (18)			
			←----- Creta -----→ 7			
			←----- Carbón -----→ (8 - 21)			
Carbonatos		Brechas (20)	Caliza Esparítica (10)	Caliza Micrítica 8		
Químicas			Yeso 16	Anhidrita 13		
METAMORFICAS	No Foliadas		Mármol 9	Rocas Cómeas (19)	Cuarcita 24	
	Levemente Foliadas		Migmatita (30)	Anfibolita 25 - 31	Milonitas (6)	
	Foliadas		Gneiss 33	Esquistos 4 - 8	Filitas (10)	Pizarras 9
IGNEAS	Intrusivas	Claras	Granito 33		Riolita (16)	Obsidiana (19)
		Oscuras	Granodiorita (30)		Dacita (17)	
	Diorita (28)			Andesita 19		
Gabbro 27	Dolerita (19)		Basalto (17)			
Norita 22						
Extrusivas Piroclásticas		Aglomerados (20)	Brechas (18)	Tobas (15)		

Fuente: (Hoek y Brown, 1980)

1.2.4. El enfoque de la gestión del riesgo de desastres:

El enfoque de la gestión del riesgo es relativamente joven. Hasta fines del siglo XX el concepto que dominaba en los campos del pensamiento y de la acción en las políticas públicas y de los planificadores del desarrollo, era el de desastres. El desastre era percibido como inevitable y natural, ante el cual solo es posible anticiparse, preparándose para enfrentarlo y mitigarlo (reducir los efectos de un desastre), antes, durante y después. En otras palabras: se gestionaba el desastre.

En la década de los 90 se comenzó a cuestionar el enfoque de gestión de desastres por colocar al fenómeno natural peligroso como factor causal del desastre y sin considerar los procesos sociales, económicos y ambientales que llevan a su desencadenamiento. Aparecen los conceptos de vulnerabilidad e imprevisión humana en la explicación de la generación del desastre. Se constató que la gestión del desastre conduce a la reconstrucción de las condiciones de vulnerabilidad existentes al ocurrir el desastre. (GIZ, 2011)

Estas reflexiones y lecciones llevaron a un acercamiento al concepto del riesgo y la gestión del riesgo. A nivel internacional se establecen en el Marco de Acción de Hyogo – MAH (2005) los lineamientos para la búsqueda de ciudades menos vulnerables. En este contexto, se define la gestión del riesgo, como “El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.....es decir....abarca la evaluación y análisis del riesgo, al igual que la ejecución de estrategias y acciones específicas para controlar, reducir y transferir el riesgo” (EIRD, 2009b). De manera específica la “gestión del riesgo de desastres es definida por la EIRD (2009b) como “el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

Esta definición contiene dos ideas fundamentales: por un lado, la gestión como proceso y por el otro, la gestión para reducir vulnerabilidad y para evitar la generación de nuevas. Toma como base la noción social del riesgo, que requiere del análisis de las causas y consecuencias de los desastres, con el fin de promover acciones que repercutan en los

procesos sociales, de tal manera que la gestión del riesgo se incluya como parte de la planificación del desarrollo (Lavell, s/f). ”,

Al respecto, existen tres tipos de acciones dentro de la gestión del riesgo. También son llamados los componentes de la gestión del riesgo:

a) Gestión correctiva del riesgo:

Se trata de actuar sobre el riesgo ya existente, que puede afectar a la población y sus medios de vida (incluida la infraestructura). La idea de las intervenciones es reducir o mitigar los distintos niveles de riesgo existentes (EIRD, 2009b; Lavell, 2008). Este tipo de intervenciones se manifiestan en la búsqueda de soluciones para las manifestaciones externas de los desastres: ubicaciones inseguras, zonas de pendientes inseguras por deforestación, edificios inseguros, desconocimiento de las características del entorno, entre otros. Para solucionar estos problemas se utilizan medidas estructurales como reubicación de viviendas, la reconstrucción o adaptación de edificaciones vulnerables, recuperación del medio ambiente degradado, la construcción de diques, la limpieza de canales y la provisión de planes de emergencia. No obstante, aunque se disminuye el riesgo, este tipo de intervenciones no dan solución a las causas originales del problema.

Debe mencionarse que la provisión de planes de emergencia a veces también es incluida en lo que se denomina la gestión de emergencias (gestión reactiva, gestión para la respuesta ante desastres), que es un tercer tipo de intervención.

b) Gestión prospectiva del riesgo:

Se trata de incorporar los factores para reducir el riesgo en la planificación del desarrollo (lo cual se traduce en proyectos). La idea es anticiparse al riesgo futuro (Lavell, 2008). Según la EIRD (2009b), la

gestión prospectiva puede entenderse como: las “actividades de gestión que abordan y buscan evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres”

En el caso de la gestión prospectiva del riesgo, sus efectos no se pueden medir de manera directa en términos de la reducción “real” o concreta del riesgo, sino más bien como los riesgos evitados (que en términos de proyectos se puede traducir como la medición de los “costos evitados”). Condiciones básicas para controlar y evitar el riesgo futuro son la voluntad política, un alto nivel de conciencia y de compromiso de todos los actores sociales. El problema de las acciones “prospectivas” sin embargo es que tienen menor impacto de corto plazo y por tanto, son menos utilizadas por los decisores de política.

Existe una serie de mecanismos para ejercer control sobre el riesgo futuro que involucra el desarrollo de políticas, herramientas y capacidades en la sociedad civil. A continuación se mencionan algunos: (MEF-DGPM, 2006)

- Introducción de normatividad que garantice que en todo proyecto de inversión se analicen sus implicaciones en términos de riesgos nuevos.
- Creación de normatividad sobre el uso del suelo urbano y rural que garantice la seguridad de las inversiones y las personas. Son claves los planes de ordenamiento territorial.
- Búsqueda de usos productivos alternativos para terrenos peligrosos.
- Impulso a la normativa sobre el uso de materiales y métodos de construcción que sean accesibles para la población de bajos recursos y seguros.
- Fortalecimiento de los gobiernos locales en el análisis de condiciones de vulnerabilidad e implementación de soluciones viables.

- Procesos continuos de capacitación de sectores de la población que inciden en la creación del riesgo y en la sensibilización sobre los mismos: pobladores, municipios, sector privado, educadores, prensa, instituciones del gobierno, ONG, organismos de cooperación internacional, etc.
- Instrumentación de esquemas de uso de los ecosistemas y recursos naturales, que garanticen la productividad y la generación de ingresos en condiciones de sostenibilidad ambiental.
- Reforma de currículos escolares y universitarios para que consideren de forma holística la problemática del riesgo en la sociedad, sus causas y posibles mecanismos de control, y no solamente cómo prepararse y responder en casos de desastre.
- Fomento de una cultura global de seguridad o de gestión continúa de riesgo que promueva “ascensores” entre las iniciativas y necesidades sentidas a nivel local y los formuladores de políticas en el nivel regional y nacional.

c) Gestión reactiva del riesgo o gestión de emergencias:

Se trata de “La organización y la gestión de los recursos y las responsabilidades para abordar todos los aspectos de las emergencias, especialmente la preparación, la respuesta y los pasos iniciales de la rehabilitación (EIRD, 2009b)

Las acciones para la gestión reactiva incluyen la elaboración de planes y de sistemas de alertas tempranas y disposiciones institucionales para comprometer y guiar los esfuerzos del gobierno, de las organizaciones no gubernamentales, de las entidades voluntarias y de las agencias privadas de forma coordinada e integral para responder a todas las necesidades relativas a una emergencia. (EIRD, 2009b).

El enfoque de la gestión del riesgo incluye entonces una mirada desde y acciones en el marco de estos tres componentes. El enfoque combate el sesgo que generalmente se tiene hacia la parte de emergencias. En la literatura se le encuentra por tanto también como enfoque de gestión integral del riesgo.

El objetivo de la gestión del riesgo es reducir y controlar el riesgo, para lo cual hay que desarrollar un conjunto de acciones que afecten los factores que explican la vulnerabilidad, es decir se busca reducir la exposición, la fragilidad y/o incrementar la resiliencia. Estas acciones se denominan medidas de gestión del riesgo y que la EIRD (2010) define como “aquellas medidas tomadas para contrarrestar y/o reducir el riesgo de desastres. Frecuentemente comprenden medidas de ingeniería (estructurales) pero pueden también incluir medidas no estructurales”:

- Medidas estructurales Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas.
- Medidas no estructurales: Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

Amenaza:

Definido como un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puedan conllevar a la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos y económicos, o daños ambientales (ONU, 2014).

En el caso de deslizamiento de taludes un ejemplo de amenaza serían los sismos y precipitaciones.

Sismo:

En términos generales un sismo viene a ser una sacudida violenta de la tierra. En una manera más puntual, es la ruptura del equilibrio elástico de una región del interior de la tierra (hipocentro), transmitiendo de esta manera vibraciones en todas las direcciones. Cuando ocurre un desplazamiento relativo a lo largo de una falla activa, se generan ondas que se propagan en todas las direcciones y cuando el frente de onda cruza un punto determinado de la superficie terrestre ésta obligada a vibrar (epicentro) (Urbano, J. 2012).

Precipitaciones:

La precipitación es la principal fuente del agua de la superficie terrestre, desde una postura ingenieril sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Taype, O. 2014). Además, debemos tener presente que estar frente a una precipitación con duración considerable, como consecuencia pueda generar desastres.

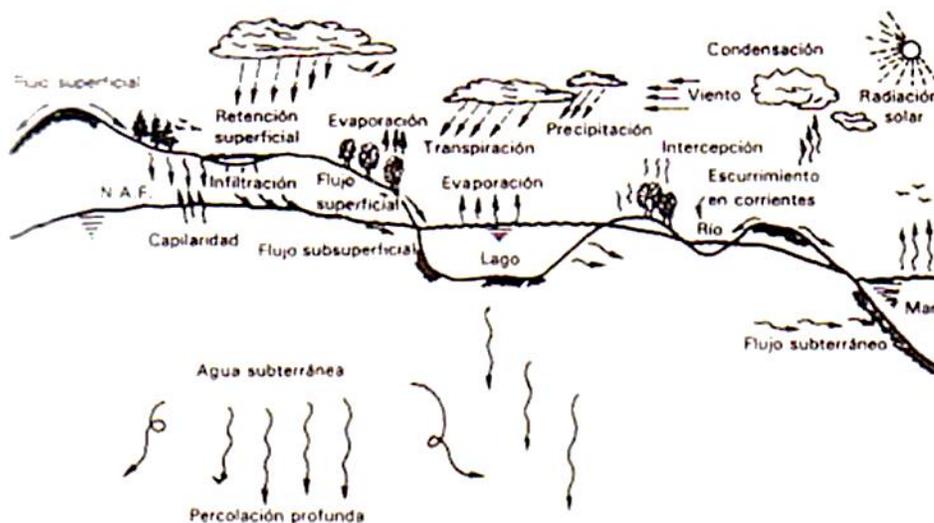


Figura N° 5: Ciclo Hidrológico.

Fuente: Bateman, 2007

Vulnerabilidad:

El concepto de vulnerabilidad no es estático, es decir que se debe considerar como un proceso dinámico; dicho proceso es compuesta por el cambio y desarrollo que alteran y afectan la probabilidad de año de todos los elementos expuestos. La vulnerabilidad es la probabilidad de que cualquier tipo de elemento estructural físico o socioeconómico expuesto a un peligro natural pueda resultar destruido dañado o perdido (Urbano, J. 2012).

Exposición:

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

Fragilidad:

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

Resiliencia:

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2015).

Mapa de riesgo:

Los mapas de riesgo son herramientas que se han vuelto muy importante, debido a que son de gran de ayuda en el aspecto de integrar un razonamiento espacial o geográfico y manejar con rigor técnico los múltiples y diversos datos sobre el espacio, el territorio y sus dinámicas cuando se analiza a asentamientos rurales, aglomeraciones urbanas expuestos a riesgos, amenazas, vulnerabilidades o afectados por eventos próximos. La elaboración de mapas temáticos de amenazas y vulnerabilidades debe ser realizada aplicando sistemas, procedimientos y criterios metodológicos técnicamente válidos y confiables para la obtención de representación precisa y objetiva; uno de los instrumentos técnicos que se aplica actualmente es el Sistema de Información Geográfica ,SIG (Cárdenas et al., 2008)

1.2.5. Índice de vulnerabilidad método italiano (Benedetti y Petrini)

El método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1984) identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto. El método califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. Ésta es una ventaja sobre los métodos que clasifican las construcciones por tipología, material o año de construcción como son el ATC–13 y las escalas de intensidad EMS–98, MSK, entre otros. Esta metodología considera aspectos como la configuración en planta y elevación, el tipo de cimentación, los elementos estructurales y no estructurales, el estado de conservación, y el tipo y calidad de los materiales para evaluar los parámetros que calificados individualmente en una escala numérica (afectada por un peso W_i , que trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final), proporciona un valor numérico de la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios de hormigón.

En total son once parámetros que calificados con su valor máximo se obtiene un índice de 382.5 (el valor mínimo es 0.0). En el cuadro N°5, muestra los once parámetros considerados en la calificación de las estructuras, los valores correspondientes a los coeficientes de calificación posible K_i de acuerdo a la condición de la calidad (de A óptimo a D desfavorable) y a los factores de peso W_i asignados a cada parámetro. Los factores K_i y W_i se obtuvieron de una manera subjetiva basada en la experiencia de los investigadores y de los datos reales obtenidos en cada evento sísmico. Finalmente, el índice de vulnerabilidad global de cada edificio se evalúa utilizando la ecuación:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Cuadro N° 5: escala numérica del índice de vulnerabilidad

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

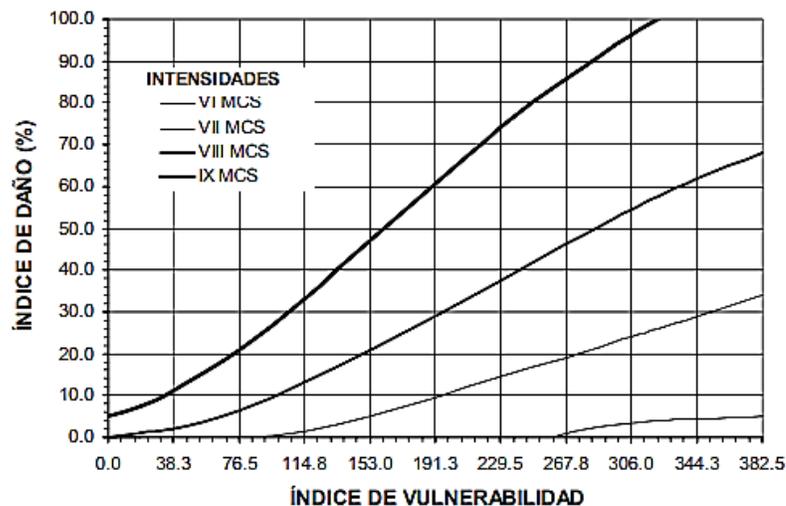
Fuente: Benedetti and Petrini, 1984

De los valores obtenidos en los estudios post-terremoto en Italia, con respecto al índice de vulnerabilidad y daño en los edificios se obtuvieron correlaciones para diferentes intensidades, utilizando funciones de vulnerabilidad. Dichas funciones relacionan el índice de vulnerabilidad (I_v) con un índice de daño económico global (ID) para una intensidad dada. Un ejemplo de estas funciones se puede ver en el gráfico N°1 (Angeletti et al, 1988), fruto de varios análisis de los levantamientos después de los terremotos en las localidades de Venzone y Barrea en Italia y expresadas matemáticamente de la siguiente manera:

$$D = 100 \cdot \left[\rho + k \cdot I_v + \frac{I_v^2}{I_v^2 + A^2} \right]$$

En donde los coeficientes ρ , k y A se obtienen del análisis de correlación.

Gráfico N° 1: Funciones de índice de vulnerabilidad



Fuente: Angeletti et al, 1988

Evidentemente, estas funciones de vulnerabilidad sólo se pueden aplicar a las zonas en donde se realizó el estudio, ya que depende de factores como el tipo de material, forma constructiva, tipo de suelo y al factor

subjetivo de las personas que realizan los levantamientos, entre otras razones, por lo que la aplicación directa de las funciones en algún otro sitio podría conducir a resultados erróneos e inclusive, dependiendo del objetivo del estudio peligrosos. Sin embargo, la metodología del índice de vulnerabilidad sí se puede exportar a otros sitios, en donde se requiera realizar estudios de riesgo sísmico, como ha sido el caso de España, en el que por primera vez se obtuvieron funciones de vulnerabilidad fuera de Italia utilizando dicha metodología.

El índice de vulnerabilidad se puede entender como un valor que ayuda a evaluar la falta de seguridad en los edificios ante cargas sísmicas, además forma parte de la definición de las funciones de vulnerabilidad, las cuales relacionan el índice de vulnerabilidad I_v con el índice de daño global de las estructuras. El daño observado en los edificios después de un terremoto o la simulación por ordenador del daño estructural utilizando modelos mecánicos o matemáticos, permiten deducir por medio de métodos probabilistas las funciones de vulnerabilidad. El índice de daño global D , caracterizado por el estado estructural de un edificio completo después de un sismo puede ser definido como la combinación ponderada de los valores describiendo el estado post-terremoto de los diferentes componentes estructurales tales como los elementos verticales y horizontales, los muros y los componentes no estructurales. El resultado final es el índice de daño en un rango de valores entre 0 y 100%.

1.2.5.1. Descripción de los parámetros

a) Organización del sistema resistente:

Con este parámetro se evalúa el comportamiento de “cajón” de las edificaciones con la finalidad de organizar los elementos verticales prescindiendo del tipo de material y la eficacia de las conexiones

existentes en la edificación (entre las paredes ortogonales) (Mora S., 2014). Se clasifican de la siguiente manera:

- Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma peruana para la construcción sismo-resistente.
- Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre, capaz de transmitir acciones cortantes verticales.
- Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.
- Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

b) Calidad del sistema resistente:

Con el siguiente parámetro se evalúan las edificaciones de acuerdo al tipo de mamposterías más frecuentes utilizadas, diferenciando de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: en primera instancia, al tipo de materiales empleados y la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Luego, la homogeneidad de los materiales y los elementos (piezas) en toda su extensión. (Mora S., 2014).

- Mampostería en ladrillo o bloques prefabricados de buena calidad. Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas.
- Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro.

- Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.
- Mampostería en piedra irregular mal trabada o ladrillo de baja calidad, con la inclusión de guijarros y con piezas no homogéneas o privadas de ligamento.

c) Resistencia convencional:

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad. El procedimiento utilizado requiere del levantamiento de los datos: (Mora S., 2014).

N: número de pisos.

At: área total cubierta en (m²).

A_{x,y} : área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m²). El área resistente de los muros inclinados un ángulo a diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por (cos a)².

τ_k: resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_k se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_i, utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en área A_i de cada uno de ellos.

$$\tau_x = \frac{\sum \tau_i A_i}{\sum A_i}$$

h: altura media de los pisos en (m).

Pm: peso específico de la mampostería en (Ton/m³).

Ps: peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²).

Los resultados se basan en el factor α que es igual a la división del coeficiente sísmico C y el coeficiente de aceleración sísmica de la zona \hat{C} .

- A. Edificio con $\alpha \geq 1$.
- B. Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.
- C. Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.
- D. Edificio con $\alpha < 0.4$.

d) Posición del edificio y de la cimentación:

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. (Mora S., 2014). Se reporta una de las clases:

- A) Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.
- B) Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%.
- C) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%.
- D) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%.

e) Diafragmas horizontales:

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. (Mora S., 2014). Se reporta una de las clases:

- A. Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:
 - 1. Ausencia de planos a desnivel.
 - 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - 3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- B. Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
- C. Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2.
- D. Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

f) Configuración en planta:

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación $b_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $b_2 = b / L$. (Mora S., 2014). En el siguiente gráfico se explica el significado de las dimensiones y sus valores que se deben de tomar en cuenta.

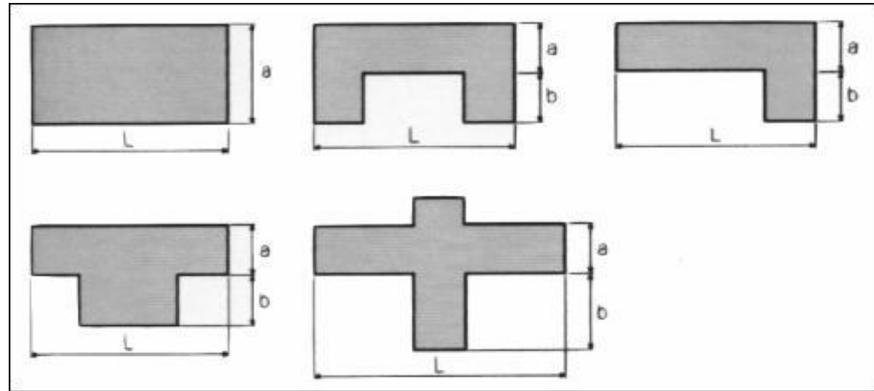


Figura N° 6: Configuración en planta

Fuente: (Mora S., 2014).

- A. Edificio con $b_1 \geq 0.8$ o $b_2 \leq 0.1$.
- B. Edificio con $0.8 > b_1 \geq 0.6$ o $0.1 < b_2 \leq 0.2$.
- C. Edificio con $0.6 > b_1 \geq 0.4$ o $0.2 < b_2 \leq 0.3$.
- D. Edificio con $0.4 > b_1$ o $0.3 < b_2$.

g) Configuración en elevación:

En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

También se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm DM/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm DA/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable. (Mora S., 2014).

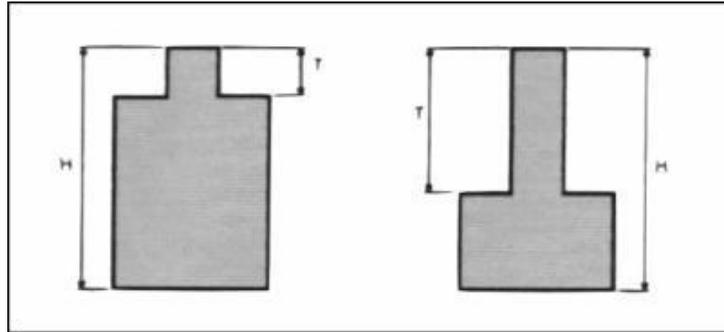


Figura N° 7: configuración por elevación

Fuente: (Mora S., 2014).

- A) Edificio con $-DA/A < 10\%$.
- B) Superficie porche $< 10\%$ o $10\% \leq -DA/A < 20\%$.
- C) Superficie porche = 10% a 20% o $-DA/A > 20\%$ o $T/H < 2/3$.
- D) Superficie porche $> 20\%$ o $DA/A > 0$ o $T/H > 2/3$.

h) Distancia máxima entre los muros:

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable. (Mora S., 2014).

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $L/S < 15$.
- B) Edificio con $15 \leq L/S < 18$.
- C) Edificio con $18 \leq L/S < 25$.
- D) Edificio con $L/S \geq 25$.

i) Tipo de cubierta:

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

- A. Edificio con cubierta estable y provisto de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.
- B. Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.
- C. Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.
- D. Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

1.2.6. Índice de vulnerabilidad método FEMA 154

El método usado en los Estados Unidos por el Federal Emergency Management Agency (FEMA), conocido como FEMA-154, es un método cualitativo, el cual para la determinación de si se reforzará la edificación lo hace a través de un índice, este método se basa en la observación y un sistema de puntuación “S”, que depende del tipo de estructura, tipo de suelo, uso y ocupación de la estructura.

Fundamentalmente el puntaje “S” es un estimado de la probabilidad o posibilidad de que un edificio colapse si los movimientos del terreno ocurren iguales o mayores al máximo sismo considerado. Estos estimados de puntaje están basados en límites observados y datos analíticos y la probabilidad de colapso es por consiguiente aproximada, FEMA 154 considera un puntaje límite de 2, lo que significa que las edificaciones que obtienen un puntaje mayor a 2 tendrán un adecuado desempeño frente a un sismo, mientras que puntajes menores a dos podrían ser peligrosos y deberían tener un estudio adicional (Vizconde, 2004).

Según este manual FEMA 154, primero debemos identificar el tipo de edificación que estamos evaluando dentro de uno de los siguientes tipos que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 6: Tipos de edificación según el método FEMA 154

1	W1	Estructura de madera tipo 1
2	W2	Estructura de madera tipo 2
3	S1 (MRF)	Pórtico de acero resistente a momento
4	S2 (BR)	Estructura de acero arriostrada
5	S3 (LM)	Estructura de metal ligero
6	S4 (RC SW)	Estructuras de acero con muros de corte
7	S5 (URM INF)	Estructuras de acero con muros de relleno de mampostería no reforzada.
8	C1 (MRF)	Edificios de pórticos de concreto resistente al momento.
9	C2 (SW)	Edificios de muros de corte de concreto
10	C3 (URM INF)	Estructura de concreto con mampostería de relleno no reforzada.
11	PC1 (TU)	Estructuras pre – fabricados con estructuras inclinadas en su parte superior como tijerales, coberturas metálicas livianas, vigas de madera. Columnas pre-fabricadas en sitio de forma T, H. Muros metálicos soldados.
12	PC2	Estructuras de concreto pre-fabricado (Paneles de concreto pre-fabricado, paneles de metal o vidrio, paneles superboard, drywall, columnas y vigas pre-fabricadas, losas de concreto con secciones T,etc.
13	RM1 (FD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
14	RM2(RD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
15	URM	Edificios de mampostería no reforzada.

Fuente: Vizconde, 2004.

El formulario de recolección de datos dados por FEMA 154 se muestra a continuación y corresponde a una región de alta sismicidad, la cual le pertenece a la CSM. En dichos formularios existen unos factores que modifican el comportamiento sísmico en función de posibles irregularidades que podrían afectar el comportamiento de la estructura, así como los tipos de suelo. También en un cuadro se pueden colocar los comentarios vistos durante la evaluación hecha al edificio. A

continuación, se describen los modificadores del formulario y los criterios usados para su elección.

Cuadro N° 7: Modificadores del comportamiento sísmico

Modificador	Descripción
Mediana altura (4 a 7 pisos)	Edificios entre 4 a 7 pisos
Gran Altura (>7 pisos)	Edificios con más de 7 pisos.
Irregularidad vertical	Pasos en elevación, muros inclinados, discontinuidad en la ruta de la carga, edificio sobre una cuesta, piso blando (p.e. una casa sobre garaje, edificios con columna corta, etc.)
Irregularidad en Planta	Edificios en forma de L, U, T, V u otra forma irregular de edificación, edificios con buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra dirección; rigidez excéntrica en planta.
Modificador	Descripción
Pre – Código	Edificios diseñados y construidos anteriormente al año en los cuales los códigos de diseño sísmico fueron adoptados y hechos cumplir. En el Perú esto se da en la década del 70.
Post – Benchmark	Edificios diseñados y construidos después de que mejoras significativas en los requerimientos del código sísmico (p.e detalles sobre ductilidad) fueron adoptadas y hechas cumplir.
Suelo tipo C	Suelo Denso
Suelo tipo D	Suelo Rígido
Suelo tipo E	Suelo Blando

Fuente: Vizconde, 2004.

Además, a cada tipo de edificación según su uso le corresponde un volumen de personas. Esto se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 8: Carga de personas según el tipo de edificación

Tipo de Edificación	Carga de Ocupación
Residencial	100-300
Comercial	50-200
Oficinas	100-200
Industrial	200-500
Sala Pública	>10
Centro Educativo	50-100
Gubernamental	100-200
Servicio de Energía	1000

Fuente: Vizconde, 2004.

1.3 Hipótesis:

Al analizar el riesgo de desastre originado por fenómenos naturales, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán.

1.3.1. Hipótesis específicos:

- Al determinar las amenazas de geodinámica interna y externa, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Al determinar la vulnerabilidad social a través del SIGRID, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Al determinar el índice de vulnerabilidad sísmica usando el método Italiano, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Al determinar el índice de vulnerabilidad sísmica usando el método FEMA 154, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Al determinar las medidas de prevención y reducción a través de obras de ingeniería, reducirá la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán.

1.4 Variables:

Variable independiente:

- Riesgo de desastre originado por fenómenos naturales

Variable dependiente:

- Reducción de la vulnerabilidad

1.5 Operacionalización de variables:

Cuadro N° 9: Operación de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable Independiente			
Riesgo de desastre originado por fenómenos naturales	Fenómeno de Geodinámica interna	Sismos Tsunamis vulcanismo	IGP CISMID IGN
	Fenómeno de Geodinámica externa	Caída de rocas Deslizamiento de rocas Flujo de detritos Reptación Deformaciones gravitacionales profundas	INGEMMET IGN SENAMHI
	Fenómeno de Hidrometeorológicos	Inundaciones Lluvias intensas Fenómeno del niño Descenso de temperaturas Granizada	Estaciones meteorológicas Estación Hidrometeorológicos SENAMHI ANA

		erosión	
	Vulnerabilidad social	Exposición Fragilidad Resiliencia	SIGRID Manual de Evaluación de Riesgo – CENEPRED
Variable Dependiente			
Reducción de la vulnerabilidad	Metodologías de vulnerabilidad estructural	Tipo de suelo Uso de la infraestructura Conservación Irregularidad vertical y planta N° de pisos	RNE (E 030, E 070, E 080) Método Italiano Método FEMA 154 EMS - 98
	Medidas de Prevención y Reducción	Geodinámica interna Geodinámica externa Hidrometeorológicos Vulnerabilidad social Vulnerabilidad estructural	Manual de Evaluación de Riesgo – CENEPRED Manual de Hidrología e Hidráulica RNE 030

Fuente: Tesista

1.6 Objetivos:

1.6.1. Objetivo general:

Analizar el riesgo de desastre originado por fenómenos naturales, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán.

1.6.2. Objetivos específicos:

- Determinar las amenazas de geodinámica interna y externa, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Determinar la vulnerabilidad social a través del SIGRID, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica usando el método Italiano, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica usando el método FEMA 154, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán
- Determinar las medidas de prevención y reducción a través de obras de ingeniería, para reducir la vulnerabilidad en la infraestructura de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacán.

1.7 Población:

Se ha considerado dos tipos de poblaciones, para la vulnerabilidad social se va a analizar los 600 habitantes de la localidad de San Juan de Yacán y para la vulnerabilidad estructural solo a la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres con una extensión de 5500 m².

1.8 Muestra:

Para el análisis de vulnerabilidad se tiene evaluar con el 100% de confiabilidad por ende la población es igual que la muestra.



Ilustración N° 1: Área de estudio San Juan de Yacán

CAPÍTULO II
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Nivel y tipo de investigación:

De acuerdo a la **Orientación es Aplicada**, ya que se va utilizar teorías existentes para el desarrollo de la evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgo de desastre de fenómenos naturales. El manual de evaluación de riesgo CENEPRED que nos ayudara a calificar los riesgo muy alto, alto, medio y bajo de acuerdo a su severidad y el índice de vulnerabilidad con el método Italiano, FEMA 154 y SIGRID.

De acuerdo al **Enfoque es mixto**, porque la toma de datos es de forma cualitativa con el uso de formatos de los ensayos y cálculos de la misma, cuyo resultado nos dará en forma cuantitativa. De ahí el riesgo es de manera cualitativa, y el análisis del índice de vulnerabilidad con ambos métodos es de forma cuantitativa.

Es una **investigación descriptiva**, Porque describe el comportamiento de los fenómenos naturales y la necesidad de tener una cultura de prevención producto del riesgo sísmico y poder prevenir a la población afectada.

4.2. Diseño de la investigación:

El diseño de esta investigación **No Experimental**, Porque se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace es observar, medir y analizar los peligros naturales y sus afectaciones que va estar expuesto a la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres de San Juan de Yacan, para luego reducir la vulnerabilidad.

De acuerdo con la direccionalidad es **Prospectiva**, Porque se mide y/o analiza en el presente las causas del peligro, y efecto en el futuro para poder decidir el tipo de reducción de riesgo, y poder prevenir un futuro desastre gracias a los índices de vulnerabilidad aplicada por metodologías.

De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado es **Transversal**, Porque se recolectan y/o miden los datos una sola vez de la variable, y de inmediatamente

procede a su descripción o análisis de las fallas y su nivel de riesgo que pueda abarcar el comportamiento de los fenómenos naturales.

4.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Fuentes primaria: bibliografías, Reglamento Nacional de Edificaciones y metodología de índice de vulnerabilidad, normas técnicas, ensayos de laboratorio, manual de evaluación de riesgo de desastre.

Técnica: fichas y/o formatos de los diferentes métodos (método Italiano y FEMA 154)

No. edificio: _____
Dirección: _____
Fecha: _____ d/m/a No. observador: _____
1. Organización del sistema resistente: __
2. Calidad del sistema resistente: __
3. Resistencia convencional <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de pisos N: _____ 2. Area total cubierta A_t: _____ m^2 3. Area resistente sentido x A_x: _____ m^2 sentido y A_y: _____ m^2 1. Resistencia cortante mampostería t_k: _____ Ton/m^2 2. Altura media de los pisos h: _____ m 3. Peso específico mampostería P_m: _____ Ton/m^3 4. Peso por unidad de área diafragma P_d: _____ Ton/m^2
4. Posición del edificio y de la cimentación: __
5. Diafragmas horizontales: __
6. Configuración en planta $b_1 = a/L$: _____ $b_2 = b/L$: _____
7. Configuración en elevación. Superficie porche %: _____ T/H: _____ $\pm DM/M$ %: _____
8. Distancia máxima entre los muros L/S: _____
9. Tipo de cubierta: __
10. Elementos no estructurales: __
11. Estado de conservación: __

Ilustración N° 2: Método Italiano

4.4. Procesamiento y presentación de datos:

Los datos obtenidos se procesarán de las siguientes maneras:

- Procesamiento de datos con herramientas digitales como el Word, Excel, ARC GIS, Hec HMS, ETC

Los resultados se plasmarán en fichas técnicas de datos de los pluviómetros, memoria de cálculo hidrológico, memoria de cálculo hidráulico de las alcantarillas y puentes, planos, manual de guía para un estudio hidrológico para alcantarillas y puentes, todo ello acompañado del panel fotográfico.

CAPÍTULO III
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Ubicación geográfica:

Ubicación Política:

- ✓ Región : Pasco.
- ✓ Provincia : Daniel Alcides Carrión.
- ✓ Distrito : Paucar.
- ✓ Localidad : San Juan de Yacan

Geográfica:

El Distrito de Paucar se encuentra localizada en la parte Centro-Sur del país en la margen derecha del Río Chaupihuaranga.

Con respecto al Centro Poblado de San Juan de Yacan está ubicada a 5.22 km de la Localidad de Paucar.

Esquina izquierda superior

- ✓ Norte : 8851229.01 m
- ✓ Este : 342257.17 m

Esquina derecha inferior

- ✓ Norte : 8851213.79 m
- ✓ Este : 342329.40 m

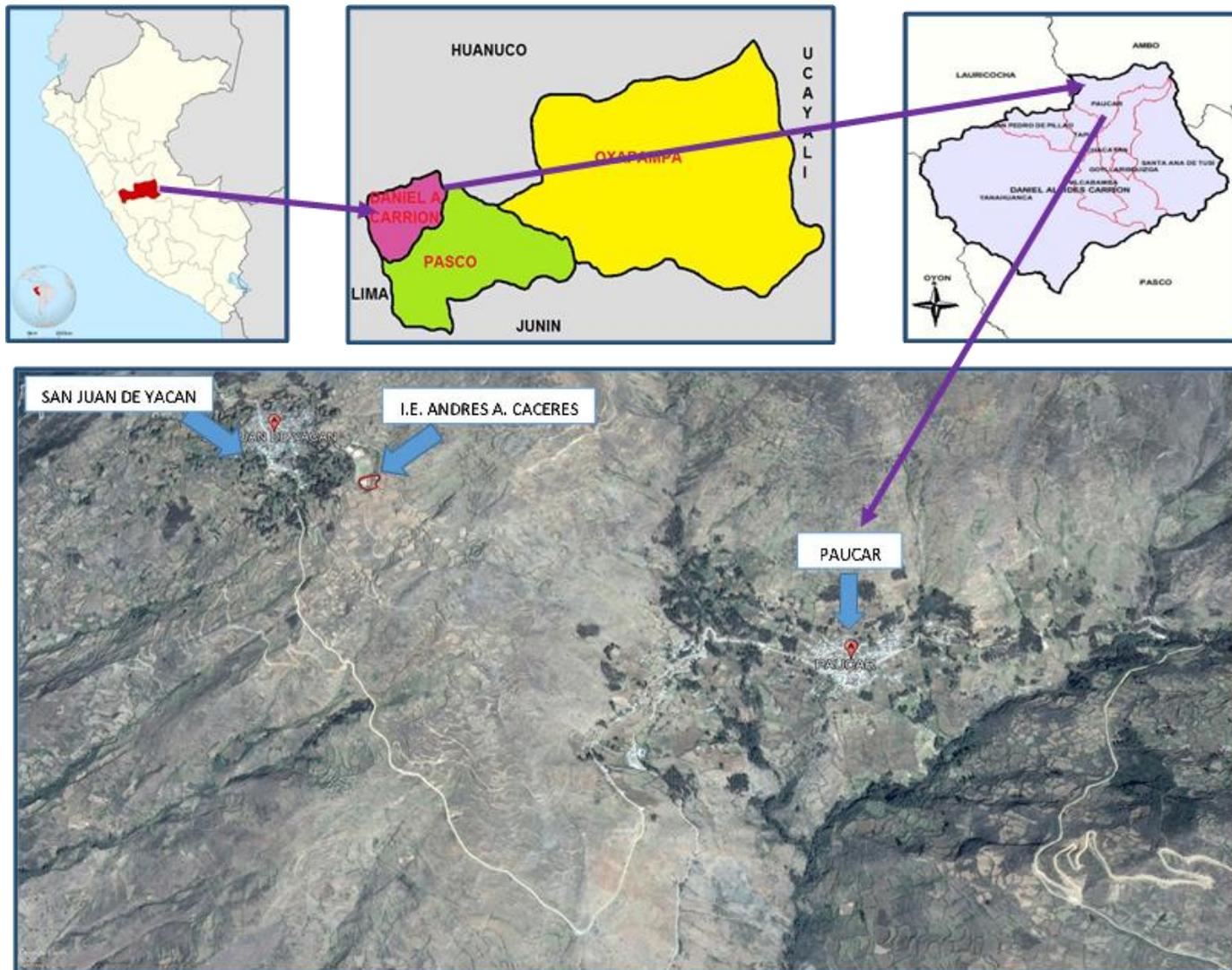


Ilustración N° 4: ubicación geográfica

3.2 Linderos y medidas perimetrales:

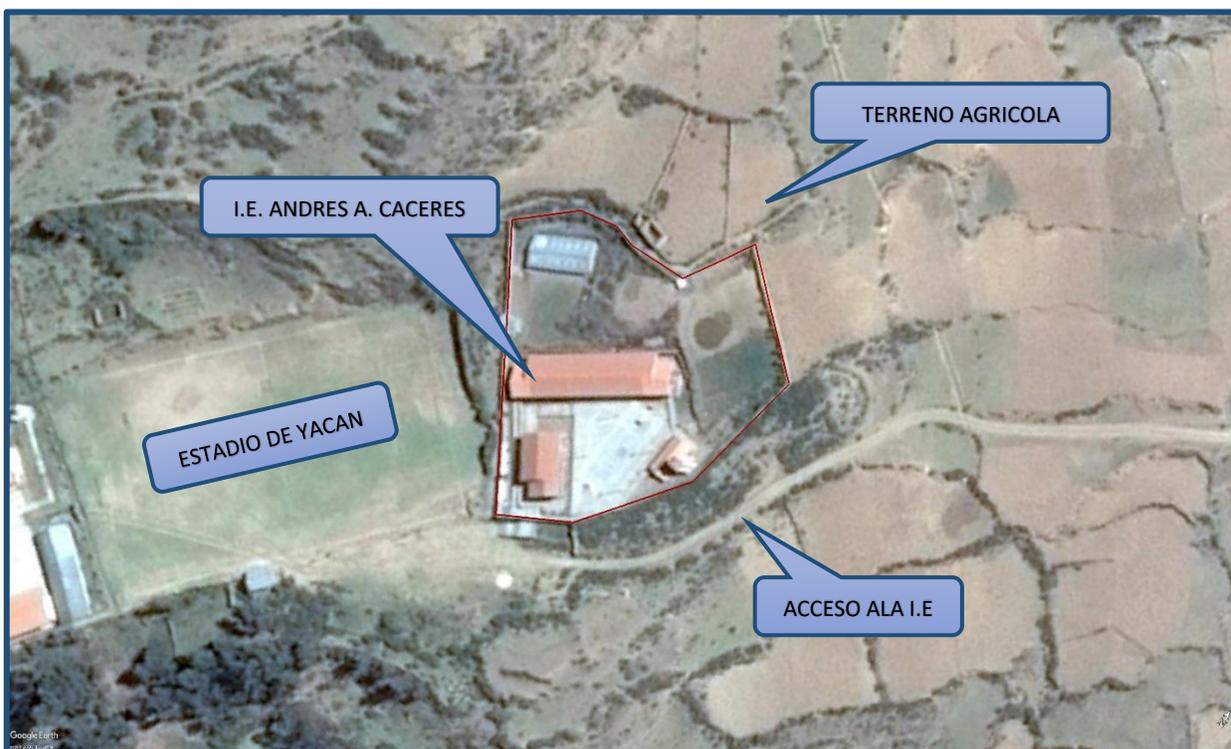


Ilustración N° 5: linderos perimetrales

Cuadro N° 10: terrenos colindantes

COLINDANTES DEL TERRENO	
POR EL ESTE	Con Terreno Agrícolas
POR EL OESTE	Con el Estadio de Yacan
POR EL NORTE	Con Terreno Agrícolas
POR EL SUR	Con la carreta que conduce a la plaza mayor de Yacan

Fuente: Tesista

3.3 Accesibilidad

El área de estudio es accesible desde la capital del departamento de Pasco detallada a continuación:

Ciudad de Pasco (Capital Departamental) – Distrito de Paucar - CC.PP San Juan de Yacan, se realiza de la siguiente manera:

Pasco – Paucar – CC.PP. San Juan de Yacan.

De la Ciudad de Pasco (Capital de Departamental) a la Localidad de San Juan de Yacan, se va por la carretera N100 y por la carretera N18 que son afirmadas, existe una distancia 87.6 km aproximadamente, con un promedio de 2 horas y 13min. Hasta la localidad de Yanahuanca. Con respecto al Centro Poblado de Yacan está ubicada a 26+610.00km con un tiempo aproximado de 40 min. Desde la Localidad de Yanahuanca

Cuadro N° 11: ruta de acceso al CC.PP san Juan de Yacan

ACCESIBILIDAD				
TRAMO	TIPO DE VIA	DISTANCIA (km)	TIEMPO	ESTADO DE VIA
PASCO - YANAHUANCA	CARRETERA AFIRMADA	87.6	2:30 hrs	Buen Estado
YANAHUANCA - YACAN	CARRETERA AFIRMADA	26.61	40 min	Buen Estado

Fuente: Tesista

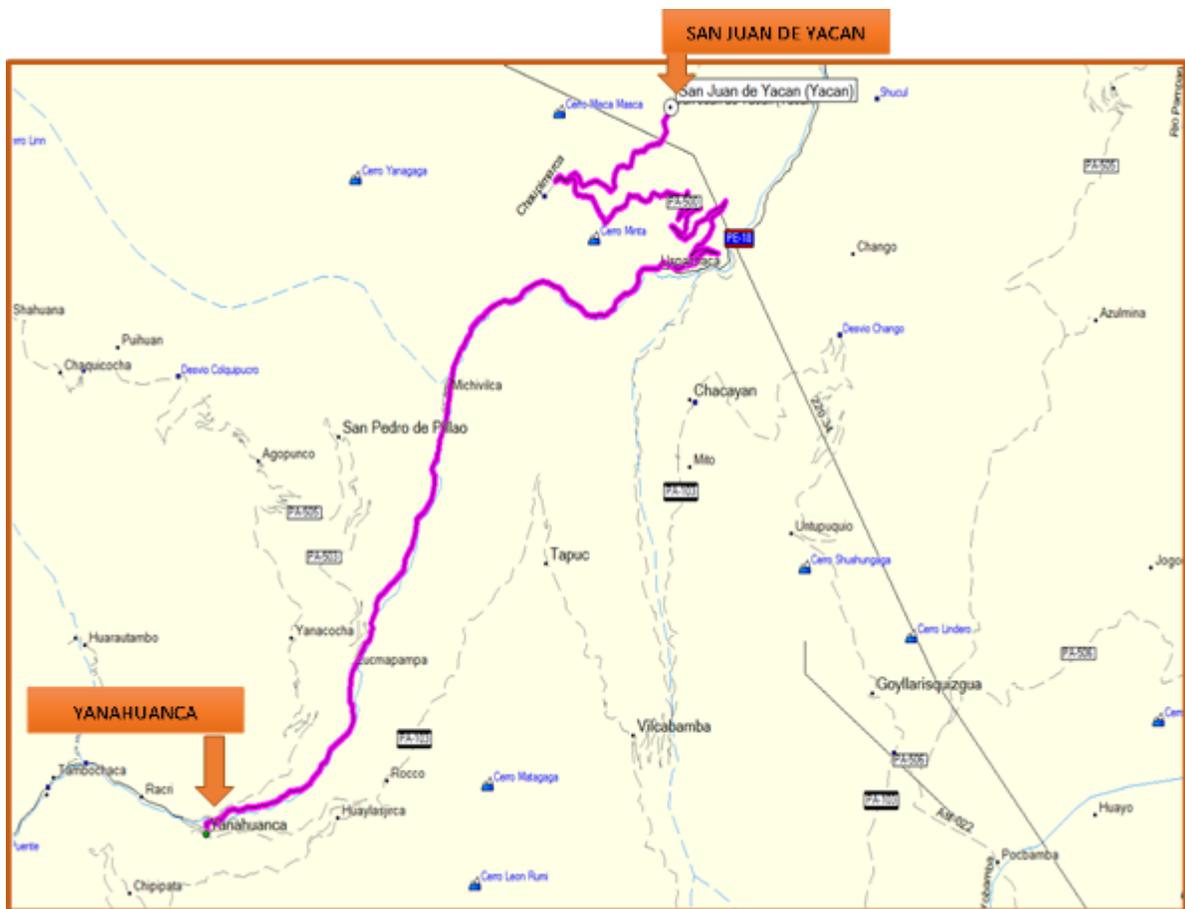


Ilustración N° 6: Accesibilidad al centro poblado San Juan de Yacac

3.4 Condiciones climáticas

La localidad de San Juan de Yacac, posee un clima templado, fresco y nublado; la temperatura media mínima anual es de 8°C se registra en los meses de Febrero y Marzo, y la media máxima de 16 a 18°C en Mayo, con 21 °C en Junio y Julio respectivamente

Cuadro N° 12: Clima y precipitación en la localidad

LOCALIDAD	TEMPERATURA	PRESIPITACION PLUVIAL
San Juan de Yacac	18° - 16° C	se presenta desde el mes de mayo hasta julio

Fuente: Tesista

Mapa N° 1: mapa de elementos expuestos

3.5 Estudio de Geología

Para establecer la geomorfología y la litoestratigrafía del lugar del proyecto, se han revisado las informaciones existentes, que luego fueron verificadas durante la inspección in situ. La zona de estudio se localiza en el Cuadrángulo Geológico de Paucar (21-k) del Mapa Geológico elaborado por el Instituto Geológico, Minero Metalúrgico del Perú (INGEMMET)

La zona tiene una geoforma ondulada de ladera, libre de todo evento de geodinámica externa que pueda afectar la estabilidad de las estructuras. La zona del proyecto se encuentra en un área libre, que posee suelos de una combinación entre Cambisoles Húminicos y Andosoles Húminicos, los primeros son ácidos y ricos en materia orgánica y existen a temperaturas menores de 10 °C. Los Andosoles Húminicos son de cenizas de origen volcánico con horizontes de materia orgánica y de naturaleza ácida, siendo utilizado estos últimos en la agricultura, por su alto contenido orgánico.

Mapa N° 2: mapa geológico

3.6 Geomorfología:

La gran extensión del área localizada entre la Cordillera Chaupijanaca y, presenta la población más desarrollado al SE de la Cordillera de Huayhuash una variedad de geformas, como producto morfoestructural de la tectónica Andina.

3.6.1. Superficie puna:

El principal problema geomorfológico en el Perú es sin duda, el reconocimiento de la superficie Puna y su correlación con superficies desarrolladas en otros lugares.

La superficie Puna tal como la reconoció Me LAUGHLIN, consiste en una superficie pobremente desarrollada, la cual no ha logrado una peneplanización completa y que fue reconocida principalmente por la concordancia de las cumbres. Esta superficie se estableció truncando los pliegues de la tectónica incaica que afectó a los estratos paleozoicos y mesozoicos. Extensas áreas en una extremadamente y bien desarrollada superficie pueden ser identificadas sobre imágenes Landsat al Noreste del río Marañón en la Cordillera Oriental. Esta superficie es madura y corta a los esquistos del Complejo del Marañón.

Es también posible que tal superficie trunque los vestigios fallados de sedimentitas mesozoicas preservadas dentro del Bloque Marañón y si este es el caso, pueden correlacionarse con la superficie Sub Calipuy de edad eocena. No es probable que haya sido cubierta por depósitos volcánicos, desde que yace más hacia el Este de los afloramientos del Grupo Calipuy y puede, por lo tanto, representar un largo intervalo de tiempo. Elementos de esta superficie más al Sur, tienen casi ciertamente buenas equivalencias con la superficie Puna

3.6.2. Estadio valle

Esta estadio de erosión está bien desarrollado en el área y forma muchos de los taludes entre los 3,000 y 4,000 ro. Estos declives moderados en combinación con el incremento de lluvias y climas poco variables

prevalecen a estas altitudes, habiendo proveído las mejores localidades para los asentamientos humanos y de cultivos en el Perú.

El valle del río Fortaleza es el más importante en la Cordillera Occidental para estudios georoorfológicos. Esto es debido a que se encuentran las ignimbritas en una franja extensa que han sido eruptadas siguiendo el valle, estas permiten la datación del flujo por métodos geocronológicos y por lo tanto, la edad mínima para la superficie subyacente.

3.6.3. El estadio cañon

Esta estadía de erosión fue producida por un rápido levantamiento que dió como resultado la incisión de profundos cañones que truncan los bordes de la estadía Valle y que en excepcionales circunstancias cortan por dentro superficies más viejas.

La erosión rápida ha producido profundos cañones con diferencias hasta de 2,000 m del relieve local y que dominan la topografía de la Cordillera Occidental como se puede apreciar en el cañón Huantahua sobre el río Vizcarra, y en el tramo superior de los rios Rapay y Pativilca. El mayor levantamiento de los Andes está asociado con la edad de la etapa Cañón. WILSON y otros (1967) han estimado 2,000 m de levantamiento, mientras que COBBING, E. J. (1973) ha propuesto una cifra de 3,000 m.

3.6.4. Lito estratigrafía

Las unidades estratigráficas neoproterozoicas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas delimitadas en la zona de estudio están comprendidas a lo largo de 3 cuenca de sedimentación donde se depositaron independientemente formaciones volcánicas-sedimentarias (Cuenca Huarmey) con una zona de transición (Cuenca del Santa), una zona de miogeosinclinal (Cuenca Chavín) y una zona de plataforma (Geoanticlinal del Marañón) las relaciones estratigráficas. Así como su distribución espacial y correlaciones litoestratigráficas.

3.6.5. Diseño paleotectónico

Una breve reseña de los rasgos paleotectónicos que controlaron la sedimentación de las rocas sedimentarias y volcánicas, se describe como un preámbulo a los datos presentados en los capítulos Estratigrafía y Estructural, lo cual es una ayuda para apreciar las variaciones en grosor y litología, y también para explicar algunos problemas relacionados a los cambios de facies y límites entre las formaciones. Se tienen algunas ideas acerca de los controles de sedimentación para las formaciones proterozoicas y paleozoicas. Con respecto a los esquistos del Complejo del Maraón, únicamente se puede decir que la cuenca de sedimentación fue continua y alargada paralela a la cuenca andina y por tanto, los controles estructurales que delineaban tal cuenca, también siguieron la dirección andina. Cómo se formaron estos controles estructurales, es completamente desconocido.

3.6.6. Complejo del marañón

Afloramientos de rocas asignadas al Neoproterozoico ocurren en la parte Este de los cuadrángulos de La Unión y Yanahuanca. Las rocas que afloran en las ventanas geológicas son pizarras, esquistos y filitas de colores marrones a grises con miembros arenáceos más macizos de 30 cm de espesor aproximadamente, desarrolladas esporádicamente. Muchas venillas pequeñas de cuarzo están presentes, las cuales son probablemente el resultado de segregación de un metamorfismo regional de bajo grado. Los clivajes están bien desarrollados, pero son extremadamente irregulares en su distribución.

3.6.7. Esquistos

Estas rocas se encuentran como una franja de orientación NO-SE en el sector oriental de los cuadrángulos de La Unión y Yanahuanca, asociadas con rocas paleozoicas. Constituyen los flancos del Maraón y la Cordillera Oriental al este de Sillapata, ocupando aproximadamente el 35% del área

total de la hoja de La Unión. Se caracteriza porque genera un relieve accidentado irregular con abundante material de escombros en los flancos y laderas de las elevaciones. Tiene coloraciones, verdes, gris azuladas y grises.

3.6.8. Filitas y pizarras

En el sector occidental del Complejo del Marañón al Oeste de Jesús y Rondos, se extiende una franja de filitas y pizarras grises a marrón rojizas por meteorización, con algunas vetas de cuarzo asociadas, generan un relieve moderado, y tienen una esquistosidad mayormente plano paralela, sin mostrar mayores repliegues a diferencia de las otras unidades del complejo, también se han registrado otros afloramientos en la parte oriental de la hoja de Yanahuanca, infrayaciendo al Grupo Mitu, esta unidad se ha cartografiado como Cm3 en el mapa geológico de Yanahuanca, y sus límites al igual que las otras unidades, son aproximados dadas las variaciones en este tipo de secuencias.



Ilustración N° 7: concentraciones de minerales.

3.6.9. Paleozoico inferior

Mientras que el paquete de esquistos de la Cordillera Oriental es más probable de edad Neoproterozoico tardío. En la actualidad no hay certeza si las filitas y pizarras de los afloramientos de Cerro de Paseo y Malpaso son de edad similar, o si pueden ser correlacionados con otras unidades del Paleozoico inferior.

3.6.10. Grupo ambo

Una secuencia de areniscas y lodolitas las cuales exceden los 1,000 m de espesor, se expone a lo largo de la carretera, la cual une La Unión con Huánuco.

El Grupo Ambo sobreyace a las rocas del Complejo del Marañón. En la base del Grupo Ambo se encuentra un conglomerado polimíctico compuesto por rodados redondeados y subangulosos que pueden alcanzar hasta 40cm de diámetro, corresponden a areniscas, cuarcitas, esquistos, esquistos micáceos; la matriz es areniscosa, feldespática con micas. Tal conglomerado suprayace a las rocas metamórficas del Complejo del Marañón en clara discordancia angular. Su grosor es de 20m.

La sección superior del Grupo Ambo corresponde a areniscas y lutitas gris oscuras, con restos de plantas; también se observa niveles volcánico-sedimentarios de color verde a pardo bien estratificados. Capas resistentes de cuarcitas contienen ocasionales niveles de conglomerados de cuarzo alternadas con estratos de arenisca de grano fino que incluyen capas de lutitas, se encuentran moldes de gusanos.

3.6.11. Grupo mitu

Los estratos que comprenden esta unidad se localizan a lo largo de la margen oriental de las formaciones mesozoicas que descansan sobre los esquistos del Complejo del Marañón. Estos descansan con clara discordancia sobre los esquistos y también y también sobre las areniscas y

lutitas del Grupo Ambo y ellos están cubiertos con ligera discordancia por los sedimentos del Triásico y Cretaceo.

3.6.12. Litología

En la esquina NE del cuadrángulo de Yanahuanca, y hacia el Norte en La Unión, se observa en la parte inferior una secuencia de conglomerados polimícticos gruesos a finos con clastos de rocas metamórficas, graníticas y de cuarzo lechoso; estas se intercalan con areniscas rojas sublíticas y arcósicas, en la parte superior predominan lodolitas rojas interestratificadas con areniscas de grano fino a grueso.

Mapa N° 3: Geomorfológico

Mapa N° 4: Hidrogeológico

3.7 Suelo de fundación

Previa zonificación, inspeccionando el estado actual del terreno destinado para la colocación de las estructuras planteadas, las ondulaciones del terreno y los drenajes naturales, se han ubicado y excavado calicatas (pozos a cielo abierto) convenientemente distanciados, utilizando herramientas manuales, a partir del nivel del terreno natural desde una profundidad mínima de 3.00 m. En total, se han excavado 3 calicatas en los terrenos destinados; calicatas en puntos estratégicos donde se colocarán las antenas de transmisión pueblos mencionados.

Las muestras disturbadas representativas de suelos se han obtenido en cantidades suficientes para realizar los ensayos correspondientes, habiendo sido debidamente identificadas y embaladas en bolsas plásticas y de polietileno para su conservación y traslado al laboratorio.

En los registros de excavación, se han anotado el espesor de los estratos de suelo y aplicando el procedimiento de campo (visual-manual) se han obtenido la clasificación de Suelos (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) que se corrobora con los ensayos de laboratorio.

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras se han programado realizar los siguientes ensayos de acuerdo a los procedimientos de la American Society for Testing and Materials (ASTM), la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP) que se indican a continuación:

Cuadro N° 13: normas técnicas

ENSAYO	ASTM
Contenido de humedad	D 2216
Análisis granulométrico por tamizado	D 422
Límite Líquido, plástico e índice de plasticidad	D 4318
Clasificación de suelos, sistema SUCS	D 2487
Clasificación de suelos, sistema AASHTO	E 115
Corte directo consolidado y drenado	D 3080

Fuente: Tesista

3.7.1. Ubicación de las calicatas excavadas

Se ejecutaron un total de 3 calicatas para las obras proyectadas, estas calicatas se realizaron a cielo abierto y se ubicaron a lo largo de la zona que comprende el Proyecto, la ubicación de las calicatas se detallan en el cuadro N° 14.

Cuadro N° 14: coordenada de las calicatas.

CALICATA	CÓDIGO	ESTE	NORTE	LUGAR	DESCRIPCIÓN
CALICATA-01	<i>C-01</i>	342310.7480	8851248.4360	Interior del terreno destinado al proyecto	No existe presencia de nivel freático
CALICATA-02	C-02	342281.1260	8851220.9240	Interior del terreno destinado al proyecto	No existe presencia de nivel freático
CALICATA-03	C-03	342307.2604	8851226.9604	Interior del terreno destinado al proyecto	No existe presencia de nivel freático

Fuente: Tesista

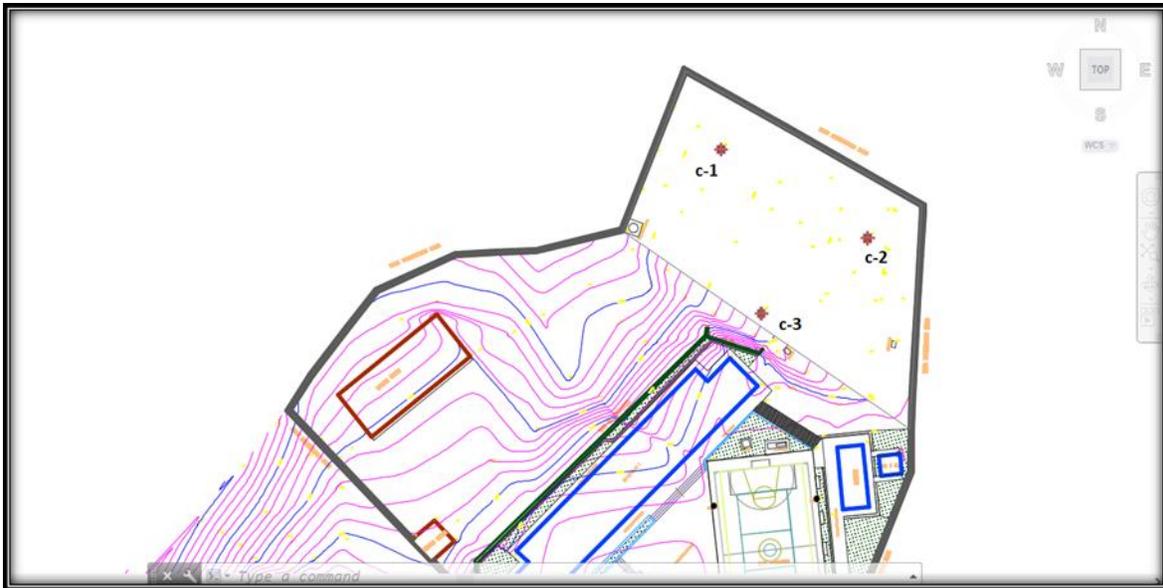


Ilustración N° 8: plano de las calicatas.

3.7.2. Descripción del perfil de las calicatas

Calicata C-01

Características:

- Profundidad de la calicata: 3.00 M.
- Estrados encontrados:
 - Primer estrato: 0.50 m. conformado por material organico donde crecen las especies vegetales .
 - Segundo estrato: 1.10 m. está compuesto por suelo arena arcilloso con grava de color marron claro con esquistos de 4", poco húmedo,poco consolidado.
 - Tercer estrato: 1.40 m. de material granular arena limosa y gravas de hasta 6" con buen consolidacion, color marron oscuro.
 - No existe presencia del nivel freatico.



Ilustración N° 9: Ubicación para la excavación de la calicata N°01

CALICATA C-02

Características:

- Profundidad de la calicata: 3.00 M.
- Estrados encontrados:
 - Primer estrato: 0.70 m. conformado por material organico donde crecen las especies vegetales .
 - Segundo estrato: 1.20 m. está compuesto por suelo arena arcilloso con grava de color marron con esquistos de 4", poco húmedo,poco consolidado.
 - Tercer estrato: 1.10 m. de material granular arena pobremente graduada con arcilla y gravas de hasta 6" con buen consolidacion.
 - No existe presencia del nivel freatico.



Ilustración N° 10: Excavación de la calicata N°02

❖ CALICATA C-03

Características:

- Profundidad de la calicata: 2.90 M.
- Estratos encontrados:
 - Primer estrato: 0.70 m. conformado por material organico donde crecen las especies vegetales .
 - Segundo estrato: 0.90 m. está compuesto por suelo arena arcilloso con grava de color marron con esquistos de 4", poco húmedo,poco consolidado.
 - Tercer estrato: 1.40 m. de material granular arena limosa y gravas de hasta 6" con buen consolidacion.
 - No existe presencia del nivel freatico.



Ilustración N° 11: Excavación de la calicata N°03

3.7.3. Nivel freático

Es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica ya que en todas las calicatas realizadas no presentan nivel freático, pero las que se encuentran cerca de los terrenos de cultivo, si presentan cierta humedad y cuando las lluvias caen sobre el área.

3.7.4. Zonificación geotécnica de la zona de estudio

De acuerdo al reconocimiento de campo de la geología local y de las características geotécnicas, se ha efectuado una zonificación del área de estudio, teniendo en cuenta la clasificación básica de los terrenos que se detalla a continuación:

De la inspección en campo y los estudios realizados podemos concluir que:

- Los terrenos en donde se proyectan los módulos para la INSTITUCION EDUCATIVA ANDRES AVELINO CACERES en el distrito De Paucar y con la excavación de calicatas a cielo despejado se observa que es un terreno conformado 2 a 3 capas estratigráficas como se detallara a continuación:

- ✓ Primer estrato: conformado por un material suelto de color marrón claro con restos de raíces y material orgánico.
- ✓ Segundo estrato: está compuesto por suelo arena limosa con grava de color marrón con esquistos de 4", poco húmedo.
- ✓ tercer estrato: conformado por material granular arena mal graduada con arcilla y grava de color marrón oscuro y en algunos casos de color negro, tiene presencia de partículas y gravas de hasta 6" con buena consolidación.

3.7.5. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se ejecutaron con la finalidad de obtener los parámetros físicos y mecánicos señalados en los Términos de Referencia del Estudio. Los ensayos se practicaron en los laboratorios: del consultor responsable del estudio de suelos Laboratorio de Suelos y Concreto en Huánuco. El resumen de los tipos de ensayos se adjunta en el siguiente Cuadro.

Cuadro N° 15: resumen de los tipos de ensayo.

CALICATAS	ENSAYO PRACTICADOS
C-1	Tamizado, límites, peso unitario, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo,
C-2	Tamizado, límites, peso unitario, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo,
C-3	Tamizado, límites, peso unitario, humedad, SUCS, AASHTO, corte directo,

Fuente: Tesista

Los parámetros de resistencia de los suelos donde se construirán los elementos estructurales, se han obtenido con el ensayo de corte directo aplicado a la matriz arcillosa de todas las calicatas.

Debido a que en la profundidad de desplante y en la profundidad que afecta las cargas de cimentación, se encuentra un suelo arenoso arcilloso medio

consolidado, el ensayo de corte directo se realizó con la muestra obtenida a una profundidad de 3.00 m que es representativo.

Asimismo, se realizó el ensayo físico químico para evaluar las posibilidades de daño a las estructuras de concreto y al acero.

3.8 Análisis de cimentación

La profundidad de cimentación depende de varios parámetros, en primer lugar, depende de la calidad del terreno de fundación que se garantizar la mayor resistencia. En segundo lugar, está en función de las dimensiones de la cimentación misma, que en si permitirán un valor de los esfuerzos transmitidos.

En los numerales anteriores se ha manifestado que la profundidad de cimentación será como máximo 3.00m porque las cargas de la edificación así lo requieren.

Con estas características, se determina que la profundidad de desplante (Df) será 2.05 m.

En consecuencia, en cada lugar se plantean cimientos corridos y/o zapatas aisladas a las profundidades que se indican en el siguiente cuadro, en función de la calidad de las capas de sustento prioritariamente. Se evitará usar suelos sueltos o turbosos para el fondo de los cimientos.

Con estas profundidades se calcularán más adelante las capacidades admisibles del terreno y los asentamientos a producir.

Por estas consideraciones y conforme a lo manifestado en la tabla anterior la profundidad de desplante (Df) será mínimo 2.05 m, en las estructuras con zapatas cuadradas aisladas o cimientos corridos. Se recomienda realizar una excavación masiva hasta alcanzar una superficie horizontal, para luego desplantar a partir de este nivel.

El tipo de cimentación es superficial, con zapatas cuadradas, que se emplazan según los ejes principales y secundarios. El ancho máximo será 1.75 m.

3.9 Cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga

Para calcular la capacidad admisible del terreno de cimentación, se tomará en cuenta las recomendaciones establecidas en los Términos de Referencia y el tipo de cimiento.

También se tomarán en cuenta las Normas E-050 del RNE – Suelos y Cimentaciones, en lo que concierne a la profundidad de desplante y los parámetros geotécnicos a usar.

De las estratigrafías descritas, se ve que la profundidad de desplante garantiza la estabilidad de las estructuras, de tal manera que el esfuerzo transmitido sea menor o igual que la capacidad admisible y que los asentamientos a ocurrir sean menores o iguales que los máximos permisibles.

La capacidad admisible del suelo y los asentamientos a ocurrir en los cimientos, son calculados usando las teorías clásicas del tramo elástico de la curva esfuerzo – deformación unitaria, TERZAGUI.

Consideraciones iniciales

Para verificar las dimensiones de las cimentaciones, se tomará en cuenta las recomendaciones establecidas en los Términos de Referencia y el tipo de cimiento a usar.

También se tomarán en cuenta las Normas E-050 del RNE – Suelos y Cimentaciones, en lo que concierne a la profundidad de desplante y los conceptos geotécnicos.

De las estratigrafías descritas, se escoge la profundidad de desplante que garantiza la estabilidad de las estructuras, de tal manera que el esfuerzo

transmitido sea menor o igual que la capacidad admisible y que los asentamientos a ocurrir sean menores o iguales que los máximos permisibles.

La capacidad admisible del suelo y los asentamientos a ocurrir en los cimientos, son calculados usando las teorías clásicas del tramo elástico de la curva esfuerzo – deformación.

La capacidad admisible de carga se calculará para cada ubicación para cada tipo de cimentación, en las profundidades de desplante (D_f) señalados.

Para el análisis, se asumen las siguientes dimensiones mínimas de todos los cimientos:

- Ancho de cimentación corrida (b)= 0.50 M - 0.80 M.
- Ancho de zapata aislada (B) = 1.30 M - 1.75.
- Largo de zapata aislada (L) = 1.40 M - 2.25M.

Las propiedades geotécnicas del terreno de cimentación, se toman en función de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio. El peso unitario del suelo en TON/M³ (γ_m) se obtiene del promedio de los pesos unitarios de todas las capas sondeadas, debido a que todas asumen los esfuerzos superiores y las capas inferiores del nivel de cimentación. Los coeficientes de fricción interna en $^\circ C$ (ϕ) y la cohesión interna en KG/CM² (C), se escogen de los mínimos de cada tipo de suelo propuesto para el sustento de los cimientos, haciendo una corrección a lo resumido en cada caso, según existan.

Los cálculos se realizan usando un a de cálculo, con la teoría de Terzaghi para la cimentación corrida y de la misma manera con la teoría de Terzaghi para zapatas cuadradas, obteniéndose las capacidades ultimas en KG/CM² (Q_{ult}) y las capacidades admisibles en KG/CM² (Q_{adm}) para un factor de seguridad de 3 conforme lo recomienda el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), los que se resumen en el siguiente cuadro y se detallan en las siguientes figuras.

Teoría de la capacidad de terzaghi - cimentación corrida

$$Q_u = C N_c + D f_i Y_m i N_q + 0.5 Y_m i B N_\gamma$$

Teoría de la capacidad de terzaghi - cimentación cuadrada

$$Q_u = 1.3 C N_c + D f_i Y_m i N_q + 0.4 Y_m i B N_\gamma$$

Donde:

- Qu : Capacidades ultimas.
 Nc, Nq, Ny : Factores de seguridad de carga.
 Df : profundidad de desplante
 C : Cohesión.
 Ym : Peso unitario.
 B : ancho estimado de zapata.

Resumen de las calicatas de los lugares donde se proyecta las infraestructuras necesarias:

Cuadro N° 16: análisis de cimentaciones.

CÓDIGO DE CALICATA	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	GRADO DE COHESIÓN (kg/cm ²)	Df (m.)	Q ult (ton/m ²)	FACTOR DE SEGURIDAD	Q adm (kg/cm ²)
C-01	27.07	0.0017	2.05	57.118	3.00	1.904
C-02	26.99	0.0029	2.05	57.035	3.00	1.901
C-03	27.06	0.0022	2.05	57.240	3.00	1.908

Fuente: Tesista

3.10 Estimación de la Peligrosidad a Fenómenos Naturales en el San Juan de Yacan

Se basa en el inventario de eventos geodinámicas y el análisis de la susceptibilidad a la ocurrencia de éstos, en un área geográfica determinada. Por ello se realiza la estimación de la peligrosidad a deslizamientos de tierra en la localidad de San Juan de Yacan, Figura N° 08.

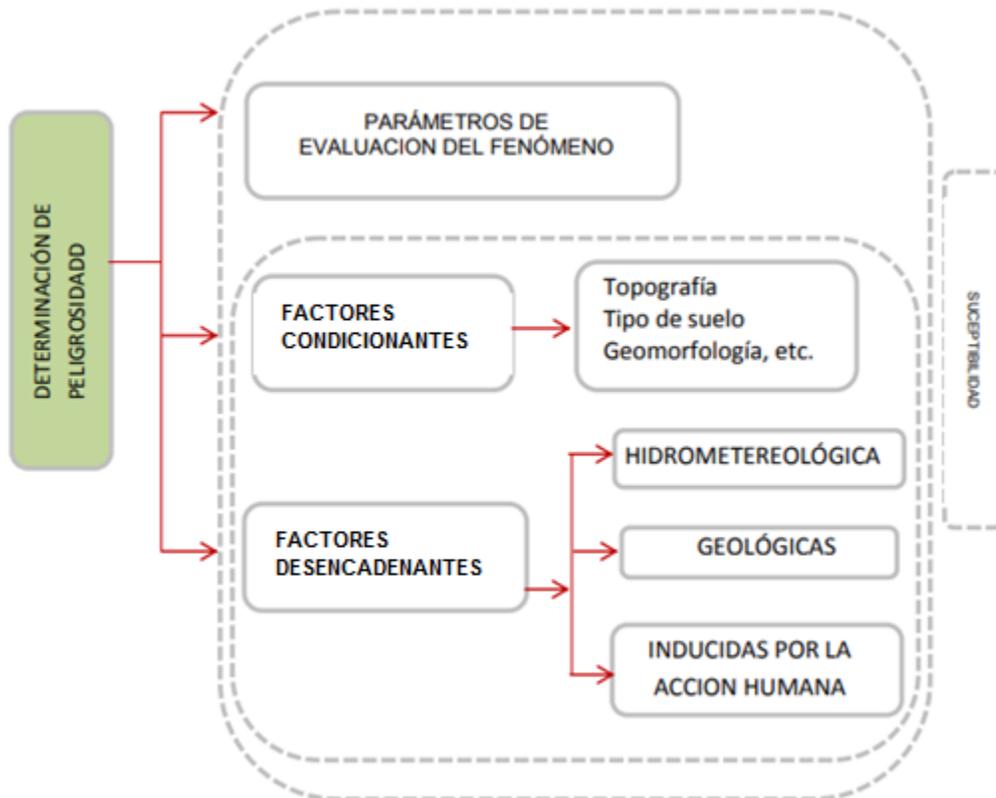


Figura N° 8: diagrama de flujo de la evaluación de riesgo

3.10.1. Deslizamientos de tierra:

Parámetros de evaluación del fenómeno: Se tiene en cuenta la textura del suelo, la pendiente del terreno, la erosión y la velocidad del evento. Estos parámetros están subdivididos en descriptores que califican y cuantifican las características del evento, Cuadros N° 17, 18, 19 y 20 extraídas del manual de CENEPRED.

Cuadro N° 17: Parámetros de Textura del Suelo

PARÁMETRO	PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.306		
DESCRIPTORES	TX1	Finas: Suelos arcillosos (arcilloso arenoso, arcilloso limonoso, arcilloso)	PTX1	0.503
	TX2	Moderadamente Fina: Suelos francos (franco arcilloso, franco limonoso arcilloso y/o franco limonoso arcilloso)	PTX2	0.260
	TX3	Mediana: Suelos francos (franco, franco limonoso y/o limonoso)	PTX3	0.134
	TX4	Moderadamente gruesa: suelos francos (franco arenoso)	PTX4	0.068
	TX5	Gruesa: Suelos arenosos: arenosos, franco arenosos	PTX5	0.035

Cuadro N° 18: parámetros de Pendiente

PARÁMETRO	TEXTURA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.548		
DESCRIPTORES	PN1	30° a 40°	PPN1	0.503
	PN2	25° a 45°	PPN2	0.260
	PN3	20° a 30°	PPN3	0.134
	PN4	10° a 20°	PPN4	0.068
	PN5	Menor a 5°	PPN5	0.035

Cuadro N° 19: Parámetros de Erosión

PARÁMETRO	PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.101		
DESCRIPTORES	E1	Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas)	PE1	0.503
	E2	Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	PE2	0.260
	E3	Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados.	PE3	0.134
	E4	Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturadas.	PE4	0.068
	E5	Laderas con substrato rocoso no meteorizado. Se pueden presentar inestabilidades en las laderas adyacentes a los ríos y quebradas, por socavamiento y erosión.	PE5	0.035

Cuadro N° 20: Parámetro de Velocidad de Desplazamiento

PARÁMETRO	PENDIENTE		PESO PONDERADO: 0.045	
DESCRIPTORES	VD1	Extremadamente rápido ($v= 5\text{m/s}$)	PVD1	0.503
	VD2	Muy rápido ($v= 0.05\text{m/s}$)	PVD2	0.260
	VD3	Rápido ($v= 0.0033\text{ m/s}$)	PVD3	0.134
	VD4	Moderada ($v=3.009 \times 10^{-4}\text{ m/s}$)	PVD4	0.068
	VD5	Lenta a extremadamente lenta ($v=5.144 \times 10^{-8}\text{ m/año}$ a $5.144 \times 10^{-10}\text{ m/año}$)	PVD5	0.035

3.10.2. Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización de los factores condicionantes

Son 04 los factores condicionantes de deslizamientos, estos son: relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal, uso actual de suelos. Los valores numéricos o pesos se muestran en los Cuadros N° 21, 22, 23 y 24, extraídas del manual de CENEPRED.

Cuadro N° 21: Factor condicionante Relieve

PARÁMETRO	RELIEVE		PESO PONDERADO: 0.145	
DESCRIPTORES	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503
	Y2	El relieve de esta region es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. el ambito geografico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebladas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosos en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente arida y desértica	PY5	0.035

Cuadro N° 22: Factor condicionante Tipo de Suelo

PARÁMETRO	TIPO DE SUELO		PESO PONDERADO: 0.515	
DESCRIPTORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eolica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eolica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y8	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068
	Y10	Afloramiento rocoso y estratos de grava	PY10	0.035

Cuadro N° 23: Factor condicionante Cobertura Vegetal

PARÁMETRO	COBERTURA VEGETAL		PESO PONDERADO: 0.058	
DESCRIPTORES	Y11	70 - 100 %	PY11	0.503
	Y12	40 - 70 %	PY12	0.260
	Y13	20 - 40 %	PY13	0.134
	Y14	5 - 20 %	PY14	0.068
	Y15	0 - 5 %	PY15	0.035

Cuadro N° 24: Factor condicionante Uso Actual del Suelo

PARÁMETRO	USO ACTUAL DE SUELOS		PESO PONDERADO: 0.282	
DESCRIPTORES	Y16	Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.	PY16	0.503
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentre en descanso como los barbechos que se encuentran improductivos por periodos determinados.	PY17	0.260
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.	PY18	0.134
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	PY19	0.068
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad	PY20	0.035

3.10.3. Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización de los factores desencadenantes

Se evalúan 03 factores: Hidrometeorológicos, geológicos e inducido por acción humana. Los valores numéricos o pesos se muestran en los Cuadros N° 25, 26 y 27, extraídas del manual de CENEPRED. Según lo descrito en los ítems anteriores, se indica los descriptores a los que se ajusta la zona de estudio, así como los respectivos valores o pesos.

Cuadro N° 25: Factor desencadenante Hidrometeorológico

PARÁMETRO	HIDROMETEOROLÓGICOS		PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	SH1	Lluvias	PSH1	0.503
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260
	SH3	Viento	PSH3	0.134
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035

Cuadro N° 26: Factor desencadenante Geologico

PARÁMETRO	GEOLOGICO		PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	SG1	Colision de placas tectonicas	PSG1	0.503
	SG2	Zonas de actividad volcanica	PSG2	0.260
	SG3	fallas geograficas	PSG3	0.134
	SG4	movimientos en masas	PSG4	0.068
	SG5	Desprendimeinto de granse bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035

Cuadro N° 27: Factor desencadenante inducido por el ser humano

PARÁMETRO	INDUCIDO POR EL SER HUMANO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	SI1	Actividades economicas	PSI1	0.503
	SI2	Sobre explotaci3n de recursos naturales	PSI2	0.260
	SI3	Infraestructura	PSI3	0.134
	SI4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068
	SI5	Crecimientos demograficos	PSI5	0.035

3.10.4. Peligrosidad de los deslizamientos de tierra en la localidad de San Juan de Yacan

Para la estimaci3n de la peligrosidad se analiza el evento mayor suscitado, en este caso el deslizamiento en San Juan de Yacan, y la susceptibilidad del 3mbito geogr3fico expuesto, en el cual se consideran los factores condicionantes y desencadenantes (pesos ponderados). El valor del fen3meno (deslizamiento de tierra), se obtiene al sumar los valores de los par3metros de este, es as3 que en este caso es de 0.458 cuadro N° 28.

Cuadro N° 28: ponderaci3n de deslizamiento de tierra

FENOMENO: DESLIZAMIENTO DE TIERRA								
Textura del suelo		Pendiente		Erosi3n		Velocidad de desplazamiento		Valor
Par3metro	Descriptor	Par3metro	Descriptor	Par3metro	Descriptor	Par3metro	Descriptor	
0.548	0.503	0.306	0.503	0.101	0.26	0.045	0.068	0.458

La susceptibilidad se obtiene al sumar los valores de los factores condicionantes y desencadenantes (los pesos ponderados para ambos es de 0.5), Cuadros N° 29 y 30.

Cuadro N° 29: Ponderación de los factores condicionante

FACTORES CONDICIONANTES								
Relieve		Tipo de suelo		Cobertura vegetal		Uso actual de suelos		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.145	0.134	0.515	0.068	0.058	0.134	0.282	0.068	0.081

Cuadro N° 30: Ponderación de los factores desencadenantes

FACTORES DESENCADENANTES						
Hidrometeorológicos		Geológicos		Inducidos por la actividad humana		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.106	0.503	0.260	0.068	0.663	0.068	0.114

Cuadro N° 31: Ponderación de la Susceptibilidad

SUCEPTIBILIDAD				
Factores Desencadenantes		Factores Condicionantes		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.081	0.5	0.114	0.5	0.097

Finalmente, la estimación de la peligrosidad se realiza sumando el resultado de la multiplicación del valor del fenómeno por el peso y de la susceptibilidad por el peso, que en este caso es de 0.5. Para la localidad de San Juan de Yacan, se ha estimado un nivel de peligro de 0.23, para deslizamientos de tierra, Cuadro N° 31. Según el Cuadro N° 32, el cual muestra los niveles de peligro dentro de los que se puede clasificar a una determinada área geográfica, califica como PELIGRO MUY ALTO.

Cuadro N° 32: Estimación de la peligrosidad

ESTIMACION DE LA PELIGROSIDAD				
Fenómeno		Susceptibilidad		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.458	0.5	0.097	0.5	0.260

Cuadro N° 33: Descripción de los niveles de peligrosidad

PELIGRO MUY ALTO	<p>glaciares. Tipo de suelo de rellenos sanitarios. Falta de cobertura vegetal 70 - 100 %. Uso actual de suelo Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirve para su normal funcionamiento. Tsunami: Grado = 4, magnitud del sismo mayor a 7, Intensidad desastroso. Vulcanismo: piroclastos mayor o igual a 1,000,000,000 m3, alcance mayor a 1000m, IEV mayor a 4. Descenso de Temperatura: Menor a -8°C, altitud 4800 - 6746msnm, nubosidad N = 0. El cielo estará despejado. Inundación: precipitaciones anómalas positivas mayor a 300%, cercanía a la fuente de agua Menor a 20m, intensidad media en una hora (mm/h) Torrenciales: mayor a 60. Sequia: severa, precipitaciones anómalas negativas mayor a 300%. Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales in consolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).</p>	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	<p>El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas andinas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas. Tipo de suelo arena Eólica y/o limo (con y sin agua). Falta de cobertura vegetal 40 - 70 %. Uso actual de suelo. Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentran en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados. Tsunami: Grado = 3, magnitud del sismo 7, Intensidad muy grande. Vulcanismo: piroclastos 100,000,000 m3, alcance entre 500 a 1000m, IEV igual a 3. Descenso de Temperatura: - 8 y -3°C, altitud 4000 - 4800msnm, nubosidad N es mayor o igual que 1/8 y menor o igual que 3/8, el cielo estará poco nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 100% a 300%, cercanía a la fuente de agua Entre 20 y 100m, intensidad media en una hora (mm/h) Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60. Sequia: moderada, precipitaciones anómalas negativas 100% a 300%. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 25° a 45°. Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales in consolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.</p>	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	<p>Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos. Tipo de suelo granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial. Falta de cobertura vegetal 20 - 40 %. Uso actual de suelo Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc. Tsunami: Grado = 2, magnitud del sismo 6.5. Intensidad grandes. Vulcanismo: piroclastos 10,000,000 m3, alcance entre 100 a 500m, IEV igual a 2. Descenso de Temperatura: -3°C a 0°C, altitud 500 - 4000msnm, nubosidad N es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estará nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 50% a 100%. cercanía a la fuente de agua Entre 100 y 500m, intensidad media en una hora (mm/h) Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30. Sequia: ligera, precipitaciones anómalas negativas 50% a 100%. Sismo: 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad, intensidad VI, VII y VIII. Pendiente 20° a 30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados</p>	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	<p>Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, valles; zona eminentemente árida y desértica. Tipo de suelo afloramientos rocosos y estratos de grava. Falta de cobertura vegetal 0 - 20 %. Uso actual de suelo Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del</p>	$0.035 \leq R < 0.068$

Mapa N° 5: susceptibilidad a movimiento de masa

Mapa N° 6: Peligros Geológicos

3.11 Vulnerabilidad de los módulos de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres

Se realizó el levantamiento topográfico, con el que se tomó los puntos principales previamente definidos, tales como vértices del terreno, esquinas de las edificaciones existentes y puntos importantes de los terrenos adyacentes, límites de propiedad, ubicación de calicatas etc., midiéndose las distancias inclinadas, ángulos horizontales y ángulos verticales. Esta medición fue complementada para fines de verificación, en base a la medición con una Wincha metálica, de los detalles internos de las edificaciones existentes, tales como: longitud de muros, dimensiones de puertas y ventanas etc. Por las características del terreno, el levantamiento topográfico se realizó desde estaciones interiores y exteriores al plantel, en el plano topográfico se indica claramente la ubicación de todas las estaciones. Los Bench Mark se encuentran monumentado con hitos de concretos de 30 cm y un perno estrella en el medio. En el plano topográfico se indica claramente su ubicación.

3.11.1. Descripción de los módulos existentes

Los trabajos relacionados con el levantamiento topográfico del terreno e Infraestructura perteneciente a la I.E. Secundaria “ANDRES AVELINO CACERES” San Juan de Yacan - Pasco, se efectuaron entre los días de marzo 2019. En la I.E. estudian actualmente en turno de mañana. El Local del plantel se encuentra ubicado al costado del Estadio de Yacan Desde la Plaza de Yacan se encuentra a 10 min. A continuación y de acuerdo a la nomenclatura indicada en el plano del Levantamiento topográfico, describiremos cada una de las edificaciones existentes.



Ilustración N° 12: entrada de la I.E "Andrés Avelino Cáceres"

Módulo existente "aulas"

Está compuesto por 05 aulas de enseñanza y un pequeño deposito. Es una construcción de material noble, está apoyado sobre una losa con losetas, El techo es de calaminon apoyado en la misma pared en buen estado de conservación. Las puertas son de madera, en buen estado y las ventanas son de macro de madera y vidrio en buen estado. El piso está cubierto con losetas en buen estado. Las instalaciones eléctricas son internas.



Ilustración N° 13: módulo existente "auditorio"

Está compuesto por 01 salón y la Dirección. Es una construcción de material noble, está apoyado sobre una losa con losetas, El techo es de calaminon apoyado en la misma pared en buen estado de conservación. Las puertas son de madera, en buen estado y las ventanas son de marco de madera y vidrio en regular con vidrios. El piso está cubierto con losetas en buen estado. Las instalaciones eléctricas son internas.



Ilustración N° 14: Aula de clases

Patio de formación

Está compuesto por 01 loza deportiva que a su vez sirve como patio de formación, que contienen reflectores y un asta de bandera que se encuentran en un buen estado.



Ilustración N° 15: Patio de formación

Módulo existente "ss.hh"

Es una construcción de material noble, de 02 ambientes, uno para hombres, otro para mujeres, el techo es teja andina y al costado se encuentra un tanque cisterna y un tanque elevado. Las puertas son de madera en ambos ambientes, en buen estado y cuentan con unos pequeños vanos en cada ambiente. Cuentan con 03 sanitarios en cada módulo uno para varones y otro para las mujeres, en buen estado. El piso está cubierto con mayólicas, cuenta con agua y desagüe.



Ilustración N° 16: Servicios higiénicos

Cerco perimétrico

Cabe señalar que la I.E. se encuentra completamente cerrada, cuenta con una pared de albañilería de 53.26 ml, y otro muro de tapial de 238.16 ml, por los lados de una altura de 3.00 m. en buen estado de conservación.

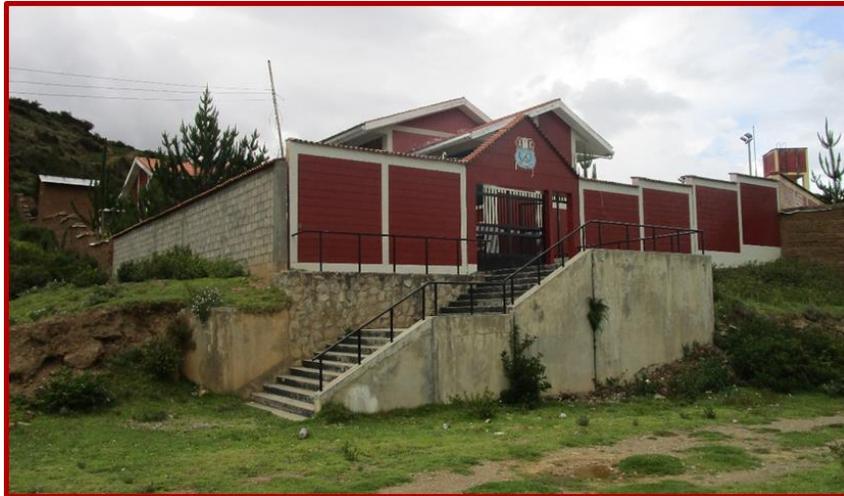


Ilustración N° 17: cerco perimétrico

Muro de contención

La I.E. cuenta con un muro de contención que tiene una longitud de 64.00 ml. Que se encuentra a la espalda de las aulas en buen estado de conservación.

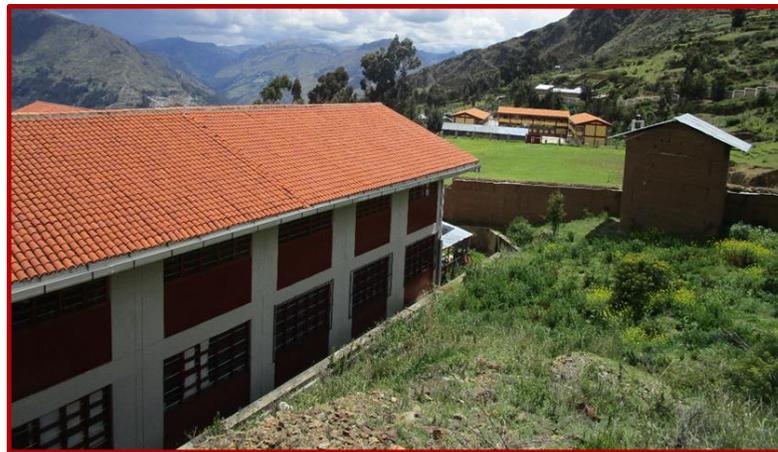
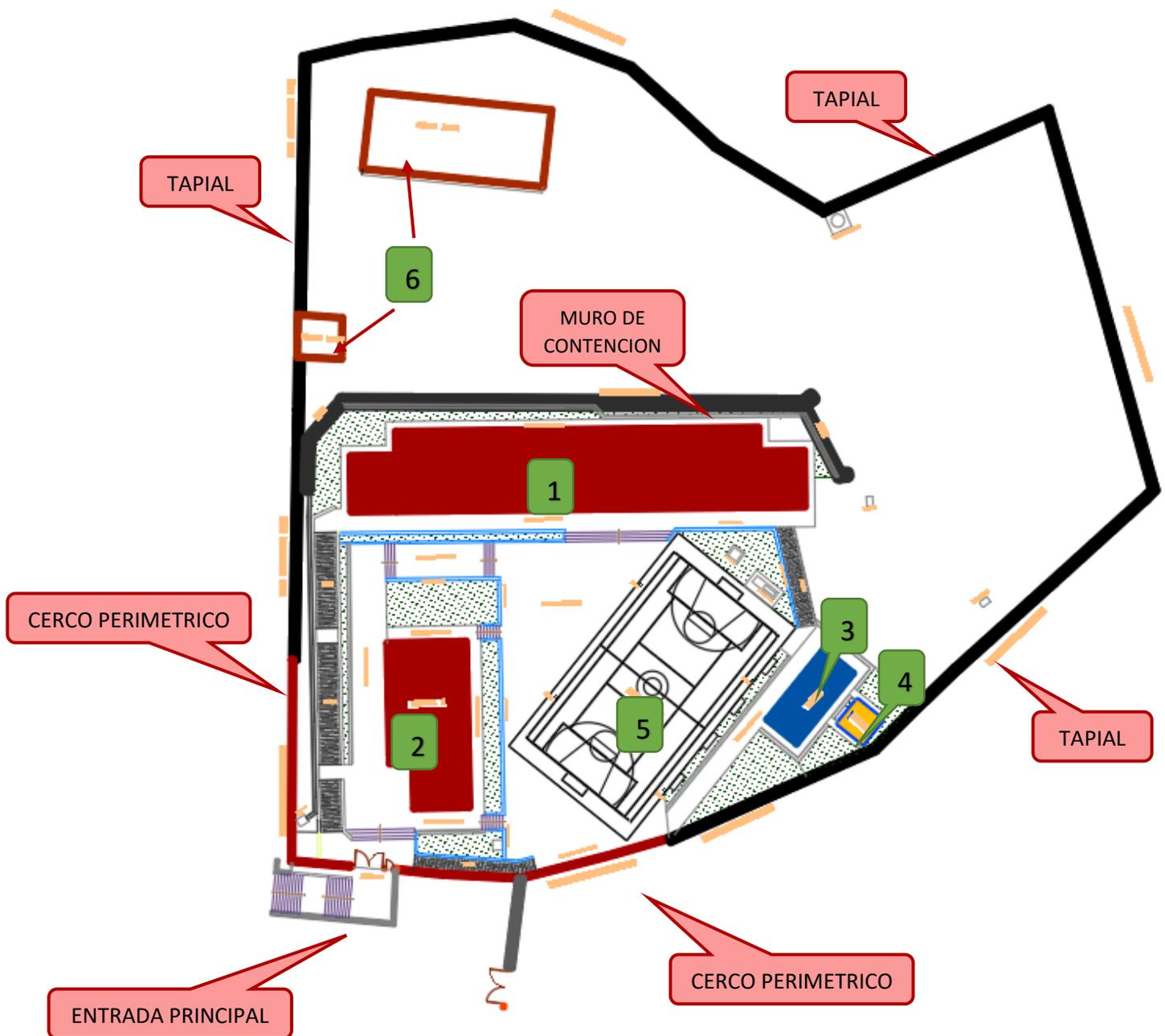
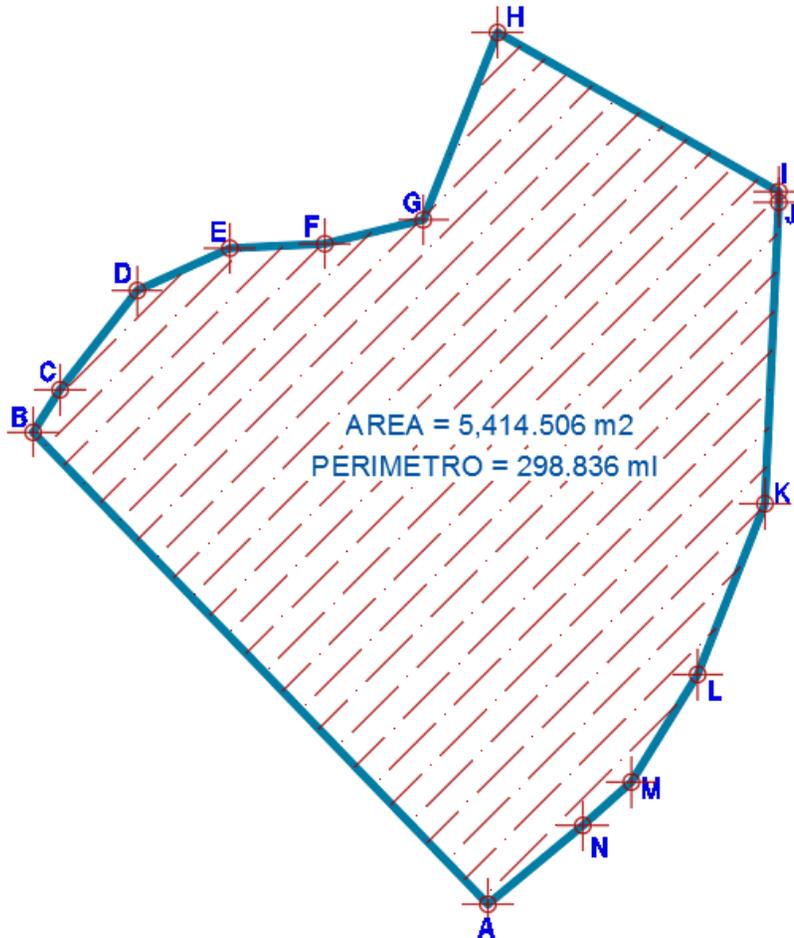


Ilustración N° 18: muro de contención

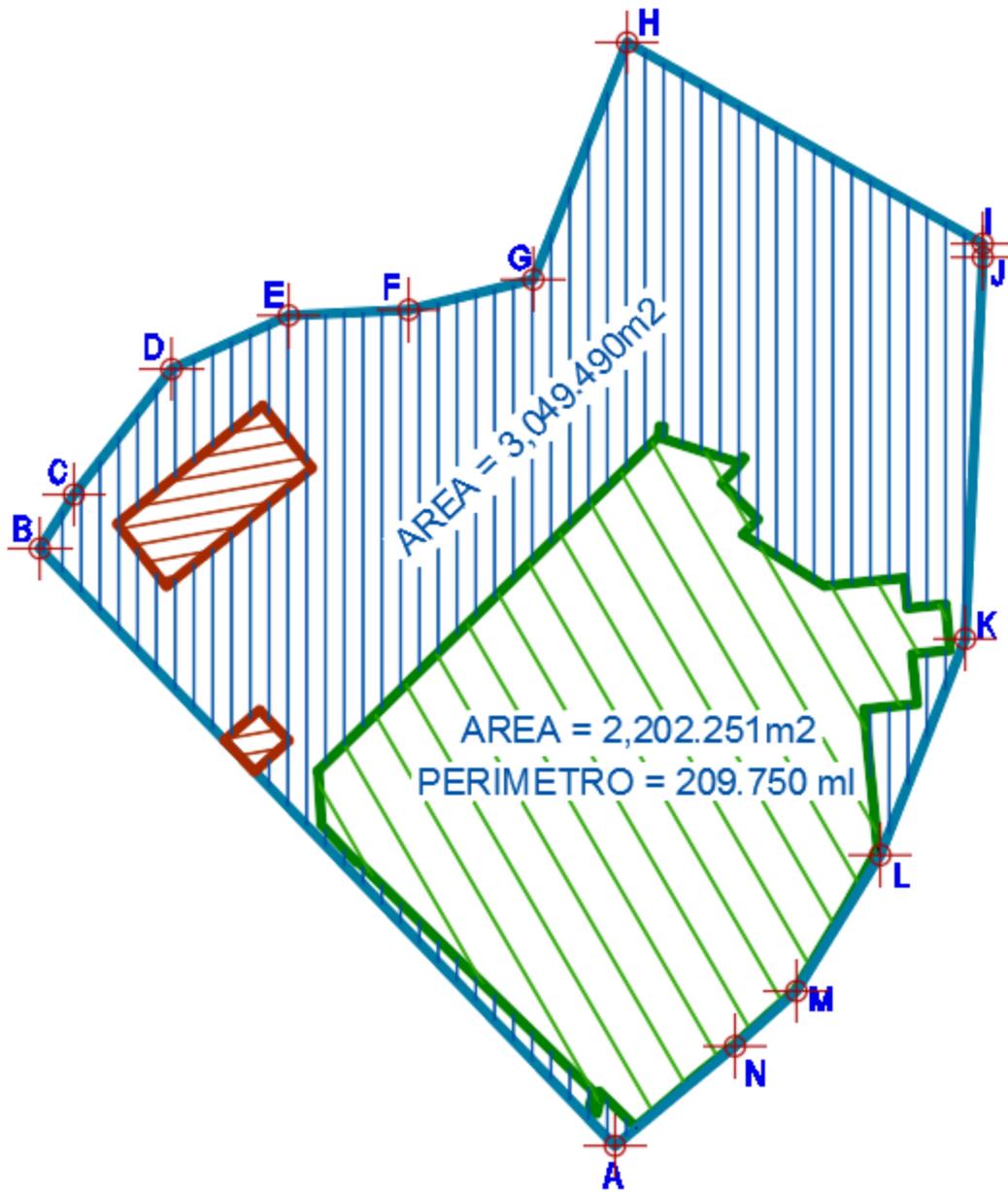


LEYENDA	
1.-	AULAS 1° a 5° Secundaria
2.-	AUDITORIO
3.-	SS.HH
4.-	TANQUE ELEVADO
5.-	PATIO DE FORMACION Y RECREACION
6.-	AMBIENTES MATERIAL RUSTICOS (vacías)

3.11.2. Descripción del terreno existente



CUADRO DE DATOS TECNICOS DE LA I.E. "ANDRES AVELINO CACERES"							
LADO	DISTANCIA (MTS.)	RUMBO	AZIMUT	VERT.	ANG.INT.	COORDENADAS UTM	
						ESTE (X)	NORTE (Y)
A-B	79.445	N 43°54'12.70" W	316°5'47.30"	A	94°11'29.85"	342,296.28	8,851,159.13
B-C	6.111	N 32°17'58.90" E	32°17'58.90"	B	103°47'48.40"	342,241.19	8,851,216.37
C-D	15.234	N 37°51'15.67" E	37°51'15.67"	C	174°26'43.23"	342,244.46	8,851,221.54
D-E	12.349	N 65°25'30.35" E	65°25'30.35"	D	152°25'45.32"	342,253.80	8,851,233.57
E-F	11.502	N 87°18'27.33" E	87°18'27.33"	E	158°7'3.02"	342,265.03	8,851,238.70
F-G	12.291	N 76°17'08.95" E	76°17'8.95"	F	191°1'18.38"	342,276.52	8,851,239.24
G-H	24.43	N 21°35'33.84" E	21°35'33.84"	G	234°41'35.11"	342,288.46	8,851,242.16
H-I	39.149	S 60°28'10.74" E	119°31'49.26"	H	82°3'44.58"	342,297.45	8,851,264.87
I-J	1.305	S 00°10'18.17" E	179°49'41.83"	I	119°42'7.44"	342,331.52	8,851,245.57
J-K	36.593	S 02°37'59.35" W	182°37'59.35"	J	177°11'42.48"	342,331.52	8,851,244.27
K-L	22.258	S 21°27'43.28" W	201°27'43.28"	K	161°10'16.07"	342,329.84	8,851,207.72
L-M	15.317	S 31°37'18.13" W	211°37'18.13"	L	169°50'25.15"	342,321.70	8,851,187.00
M-N	7.902	S 48°07'27.07" W	228°7'27.07"	M	163°29'51.06"	342,313.67	8,851,173.96
N-A	14.95	S 50°17'17.15" W	230°17'17.15"	N	177°50'9.92"	342,307.78	8,851,168.68
AREA = 5,414.506 m ²			PERIMETRO = 298.836 m				



LEYENDA

- 1.- AREA CONSTRUIDA DE MATERIAL NOBLE
- 2.- AREA CONSTRUIDA DE MATERIAL RUSTICO
- 3.- AREA LIBRE

3.11.3. Vulnerabilidad física de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres (FEMA 154)

	Address: <u>Localidad San Juan de Yacan</u>																																																											
	Zip <u>Modulo I</u>																																																											
	Other Identifiers <u>Distrito Paucar</u>																																																											
	No. Stories <u>2</u>	Year Built <u>2005</u>																																																										
	Screener <u>Tesista</u>	Date <u>18/02/2019</u>																																																										
	Total Floor Area (sq. ft.) <u>700 m2</u>																																																											
Building Name <u>UGEL Daniel Alcides Carrion</u>																																																												
Use <u>colegio</u>																																																												
																																																												
Scale:																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">OCCUPANCY</th> <th colspan="2">SOIL</th> <th colspan="6">TYPE</th> <th colspan="4">FALLING HAZARDS</th> </tr> <tr> <td>Assembly</td> <td>Govt</td> <td>Office</td> <td colspan="2">Number of Persons</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Commercial</td> <td>Historic</td> <td>Residential</td> <td>0 - 10</td> <td>11 - 100</td> <td>Hard Rock</td> <td>Avg. Rock</td> <td>Dense Soil</td> <td>Stiff Soil</td> <td>Soft Soil</td> <td>Poor Soil</td> <td>Unreinforced Chimneys</td> <td>Parapets</td> <td>Cladding</td> <td>Other:</td> </tr> <tr> <td>Emer. Services</td> <td>Industrial</td> <td>School</td> <td>101-1000</td> <td>1000+</td> <td></td> </tr> </thead> </table>		OCCUPANCY		SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS				Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Commercial	Historic	Residential	0 - 10	11 - 100	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:	Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+										
OCCUPANCY		SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS																																																		
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Commercial	Historic	Residential	0 - 10	11 - 100	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:																																														
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+																																																								
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S																																																												
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (SR)	S3 (LR)	S4 (PC SR)	S5 (PM SR)	C1 (MRF)	C2 (SR)	C3 (PM SR)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (FD)	URM																																													
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8																																													
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0																																													
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A																																													
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0																																													
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5																																													
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2																																													
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A																																													
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																													
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6																																													
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8																																													
FINAL SCORE, S								0.4																																																				
COMMENTS														Detailed Evaluation Required <input checked="" type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO																																														

3.11.4. Vulnerabilidad física de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres (Método Italiano)

PARAMETROS	valor	un.	Voladizo		pisos
ancho (a)	11	m		m	2
largo(L)	64	m	0		
area 1er piso	700	m ²			
area 2do piso	750	m ²			
transversal	5.5	m			
e muro	0.25	m			
h entre pisos	3	m			
L muros resistentes en X	11	m			
L muros resistentes en Y	64	m			
peso especifico mampo.	1850	kg/m ³			
peso especifico cto.	1600	kg/m ³			
Amin(X o Y)	26.4	m ²			
B max. (X o Y)	57.6	m ²			
ao	0.0352				
γ	2.18181818				
q	0.2072	tn/m ²			
C(sismico)	0.73439298				
$\hat{C}(Aa)$	0.25				
α	2.93757191				
tk		7.5			

formulario benedetti- petrini			
Nro. Edificio: MODULO II	Propietario:		
ESTADO			
fecha:	No. Observador.		
1. Organización del sistema resistente:	B	45	
2. Calidad del sistema resistente:	B	5	
3. Resistencia convencional:	A	0	
A) Número de pisos N		2	
B) Área total cubierta At		750 m2	
C) Área muros resistentes sentido x Ax		26.4 m2	
Área muros resistentes sentido y Ay		57.6 m2	
D) Resistencia cortante mampostería		7.5 tn/m2	
E) altura media de los pisos		3 m	
F) Peso específico mampostería		1.85 tn/m3	
4. posición del edificio y de la cimentación	C	25	
5. Diafragma horizontal	B	15	
6. Configuración en planta	A	0 A/L	0.171875
7. Configuración en elevación	A	0 $\pm\Delta A/A\%$	7.14285714
8. Distancia máxima entre los muros L/S	D	45 L/S	256
9. Tipo de cubierta	D	45	
10. Elementos no estructurales	C	0	
11. Estado de conservación	B	5	
INDICE DE VULNERABILIDAD	IV	%	
	141.25	36.92810458	
	Riesgo ALTO		

CONCLUSIONES

- La Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres y la Localidad de San Juan de Yacan se encuentran en peligro Muy Alto por el movimiento de masa de reptación del suelo, también está afectada por una falla geológica que le ayuda a ser más vulnerable frente a peligros de geodinámica externa. (Ver Mapa de Susceptibilidad de Movimiento de Masa)
- En toda la localidad de San Juan de Yacan existen elementos expuestos como Instituciones Educativas, Centros de Salud, Carretera Vecinal, Área agrícola, etc. Eso nos da un indicativo que existe exposición de los medios de vida de la población como su vulnerabilidad social, económica, física y ambiental que va ser afectada frente a un fenómeno de Geodinámica Externa. (ver mapa de elementos expuestos)
- De acuerdo al índice de vulnerabilidad de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres evaluado con la metodología italiano BENEDETTI- PETRINI se obtiene como vulnerabilidad Alta, esta metodología es más rigurosa a la hora de evaluar por tener más componentes de evaluación cualitativa. se tomó en cuenta diversos parámetros como lo son las irregularidades que presenten las edificaciones, el tipo de cubierta, la geometría de la vivienda, posición de las cimentaciones y la distancia máxima entre muros.
- De acuerdo al índice de vulnerabilidad evaluado con la metodología FEMA 154 la Institución Educativa es de vulnerabilidad muy alta, Esta metodología es meno riguroso por tener menos parámetros de evaluación cualitativa
- No existe alternativa de solución estructural porque es un problema Geotécnico y Geológico de reptación del suelo, también la Localidad de San Juan de Yacan se encuentra con problemas de Hidrometeorológicos y se encuentra cerca de una falla geológica. pero si se puede realizar trabajos en la parte no estructural, buscando áreas de terreno disponible para poder aplicar la Ley 29869 - LEY DE REASENTAMIENTO POBLACIONAL PARA ZONAS DE MUY ALTO RIESGO NO MITIGABLE.

RECOMENDACIONES

- Se requiere realizar estudios cuantitativos a la estructura de la Institución Educativa para verificar si está siendo afectado por la reptación del suelo frente a un peligro de geodinámica externa
- Realizar estudios geológicos utilizando mayores equipos y mayor ingeniería para determinar las causas de la reptación del suelo y si también la falla geológica le puede afectar en una posible activación.
- Fortalecer la resiliencia de la población frente a un riesgo sísmico, fortaleciendo su cultura de prevención con capacitaciones, actitud frente al desastre, simulacros, mapas comunitarios, organizándose por cada urbanización, etc.
- Buscar terrenos apropiados y saneados para poder aplicar la LEY DE REASENTAMIENTO POBLACIONAL PARA ZONAS DE MUY ALTO RIESGO NO MITIGABLE.

BIBLIOGRAFIA

Aquino, A., Bruer, V. y García, J. (2010). *Inversión Pública para la Reducción del Riesgo de Desastres: una propuesta conceptual y metodológica*. Ciudad de México: Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe

Benedetti, D. Y Petrini, V. *sulla vulnerabilità Sismica di Edifici in Muratura: Prioste di un Metodo di Valutazione*. Roma: Lindustria delle Costruzioni, 1984

Clavijo, B. (2012). *Estudio de la influencia de eventos adversos ocasionados por fenómenos naturales y antrópicos en la parroquia nanegalito, Provincia de Pichincha*. (Tesis de Pregrado). Universidad Internacional del Ecuador - Ecuador.

Cruz, E. 2014. *“Grado de vulnerabilidad social por inundación en el municipio de poza rica; Veracruz”* (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas. (2009a). Informe de evaluación global sobre la reducción de riesgo de desastres. Ginebra: EIRD-ONU.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas. (2009b). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra: EIRD-ONU.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas. (2006). Informe de la Conferencia Mundial sobre la reducción de los Desastres del 18 al 22 de enero 2005 en Kobe, Hyogo

Ibarra, L. 2016. *“Vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeorológico Caso de estudio: Colonia 3 de octubre”* (Tesis de Posgrado). El Colegio de la Frontera Norte.

Juarez, M & Loayza, J. (2015). *Análisis y evaluación de la vulnerabilidad sísmica y estado de daño en monumentos históricos de Sillar en el Barrio de San lazaro – Arequipa* (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santa Maria.

Landa, L. (2006). *Procedimiento para determinar la capacidad sísmica de puentes existentes.* (Tesis de Pregrado). Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo – Mexico.

Ley 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento DS N° 048-2011-PCM - RM N° 334-2012-PCM – Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres.

Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dirección de Gestión de Procesos (DGP) Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL). CENEPRED, 2014

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), Dirección General de Programación Multianual, (DGPM). (2006). Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. Serie Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo de Desastres. Lima: DGPM, MEF

Ortega, G. (2014). *Diseño de un plan de gestión de riesgos y desastres ante eventos de deslizamientos, sismos e incendios para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede esmeraldas.* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Ecuador.

Pérez, J. 2011. “Riesgo de inundación producto del cambio climático caso de estudio: quebrada san ramón” (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2005).
Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Caracas: PNUMA

Rodríguez, H. 2012. “Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales”. (Tesis de Posgrado).
Universidad Nacional Autónoma de México.

Rodriguez, J. (2005). *Aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas del asentamiento humano el Altillo en el Distrito del Rímac* (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de Ingeniería.

Vizconde , A. (2004). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica san miguel, Piura. Piura - Perú.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) “*Engineering Rock Mass Classifications*”. Wiley. Nueva York.

HOEK, E. & BRAY, J.W. (1981) “*Rock Slope Engineering*”, *Institution of Mining and Metallurgy, Londres*

HOEK, E. & BROWN, E.T. (1980) “*Underground Excavations in Rock*”, pág. 527.
Institution of Mining and Metallurgy, Londres

Ley 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento DS N° 048-2011-PCM - RM N° 334-2012-PCM – Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres.