

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“VULNERABILIDAD SISMICA EN LA
INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA
INMACULADA EN EL DISTRITO DE
HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Rosa Elvira Vazallo Moreno

Asesor:

Mg. Germán Sagastegui Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez	41639360
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Gonzalo Hugo Díaz García	40539624
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis_Rosa_Elvira_Vazallo_Moreno.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to City University of New York System Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a la Santísima Trinidad “Padre, Hijo y Espíritu Santo” por ser el faro que ilumina mi camino y permite que pueda concretizar mis metas propuestas en mi trayectoria profesional. A la Santísima Virgen de la Altagracia patrona de la ciudad de Huamachuco por cuidarme y protegerme en cada momento de mi vida.

Con mucho aprecio y cariño a mi querido hijo Ignacio Asto Vazallo quien es el motor y motivo de mi existir, quien con una sonrisa hace que mi mundo torne diferente.

Con estima a mis queridos padres Nelson Vazallo y Susana Moreno quienes me dan fortaleza en los momentos más difíciles, a mis queridos hermanos Nelson Vazallo y Oscar Vazallo por sus sabios consejos siendo ejemplo de honradez, fé y lealtad.

AGRADECIMIENTO

Con mucho respeto y estima quiero agradecer de manera especial a mi Asesor de Tesis Mg. Germán Sagastegui Vásquez y a la plana docente de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte Sede San Isidro quienes, con sus enseñanzas y consejos brindados, han contribuido en mi desarrollo profesional y alcance de conocimientos, fortaleciendo mis capacidades intelectuales.

Quiero agradecer de manera muy especial a mi querida familia Vazallo Moreno, por brindarme su apoyo incondicional para la culminación de la presente tesis para optar el
Título de Ingeniero Civil.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	11
Índice de ecuaciones.....	16
Resumen	17
Capítulo I: Introducción	18
Capítulo II: Metodología	49
Capítulo III: Resultados	67
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	128
Referencias	139
Anexos	149

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación numérica que indica el nivel de vulnerabilidad Iv de los edificios construidos con mampostería sin refuerzo.....	37
Tabla 2 Índice de vulnerabilidad.....	45
Tabla 3 Rango para determinar la categoría de vulnerabilidad.	45
Tabla 4 Matriz de operacionalización de variables.....	53
Tabla 5 Espectros de diseño	69
Tabla 6 Ubicación geográfica de calicatas.....	69
Tabla 7 Resumen de ensayos estándar.....	70
Tabla 8 Valores estimados de los parámetros de resistencia	70
Tabla 9 Resultado de empuje lateral de tierras	70
Tabla 10 Análisis granulométrico.....	70
Tabla 11 Detalle de análisis granulométrico.....	71
Tabla 12 Resumen de análisis granulométrico	72
Tabla 13 Límite de consistencia -ASTM D4318	73
Tabla 14 Análisis de límite líquido.....	73
Tabla 15 Resumen de resultados.....	73
Tabla 16 Resumen de análisis límite líquido	75
Tabla 17 Contenido de humedad	75
Tabla 18 Análisis de humedad natural.....	75
Tabla 19 Clasificación de suelos.....	76
Tabla 20 Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por el picnómetro de agua ASTM D854-14.....	77
Tabla 21 Equipo empleado en el ensayo.....	78

Tabla 22 Capacidad de carga - cimentación superficial	78
Tabla 23 Factores de capacidad de carga.....	79
Tabla 24 Factores de forma	79
Tabla 25 Factores de inclinación	80
Tabla 26 Coeficiente de presión lateral	80
Tabla 27 Capacidad admisible	80
Tabla 28 Asentamiento (Si)	81
Tabla 29 Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-01 3° piso pórtico A-A viga - 303 (25X60).....	85
Tabla 30 Ensayo esclerometría en elemento E-02 3° piso pórtico A-A placa P01.	85
Tabla 31 Ensayo de esclerometría en elemento E-03 3° piso pórtico C-C viga - 305 (25X60).....	86
Tabla 32 Ensayo esclerometría en elemento E-04 3° piso pórtico C-C placa P03.	87
Tabla 33 Ensayo de esclerometría en elemento E-05 2° piso pórtico B-B viga - 204 (25X40).....	88
Tabla 34 Ensayo de esclerometría en elemento E-06 2° piso pórtico B-B columna C03.....	88
Tabla 35 Ensayo de esclerometría en elemento E-08 2° piso pórtico C-C viga - 205 (25X60).....	89
Tabla 36 Ensayo esclerometría en elemento E-09 2° piso pórtico C-C placa P03.	90
Tabla 37 Ensayo de esclerometría en elemento E-07 2° piso pórtico D-D viga - 206 (25X50).....	91
Tabla 38 Ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico A-A viga - 103 (25 X 40).....	92
Tabla 39 Ensayo esclerometría en elemento E-11 1° piso pórtico A-A placa P01.	92

Tabla 40 Ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico C-C viga - 105 (25 X 60).....	93
Tabla 41 Ensayo esclerometría en elemento E-13 1° piso pórtico C-C placa P03.	94
Tabla 42 Evaluación de organización del sistema resistente módulo 01 bloque 01 nivel 01	103
Tabla 43 Evaluación calidad del sistema resistentes bloque 01	104
Tabla 44 Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería	108
Tabla 45 Información inicial para la capacidad de resistencia convencional bloque 01	108
Tabla 46 Información inicial para la sección de resistencia piso 01.....	108
Tabla 47 Superficie de resistencia total en las direcciones x e y piso 01	109
Tabla 48 Área total resistente en la dirección x e y piso 02	109
Tabla 49 Área total resistente en la dirección x e y piso 02	110
Tabla 50 Total, bloque 01 Ax y Ay	110
Tabla 51 Resistencia convencional bloque 1	111
Tabla 52 Evaluación resistencia convencional bloque 1	111
Tabla 53 Evaluación posición del edificio y cimentación bloque 1	114
Tabla 54 Evaluación diafragmas horizontales bloque 1	116
Tabla 55 Configuración de la planta bloque 1	116
Tabla 56 Evaluación de configuración de planta bloque 1	117
Tabla 57 Configuración en elevación bloque 01 piso 01 y piso 02.....	117
Tabla 58 Configuración en elevación bloque 1 piso 02 y piso 03	118
Tabla 59 Evaluación de configuración en elevación bloque 1	119

Tabla 60 Evaluación separación máxima entre muros bloque 1.....	121
Tabla 61 Evaluación tipos de cubierta bloque 1	122
Tabla 62 Evaluación elementos no estructurales bloque 1	123
Tabla 63 Evaluación estado de conservación bloque 1	126
Tabla 64 Índice de vulnerabilidad del bloque 1 de la I.E. 80779 “La Inmaculada”	126
Tabla 65 Ficha de recojo de información INSITU	149
Tabla 66 Matriz de consistencia	150
Tabla 67 Datos de la institución educativa	166

Índice de figuras

Figura 1. Funciones de índice de vulnerabilidad.	38
Figura 2. Configuración en planta de la estructura.	42
Figura 3. Ajuste de la altura de la estructura.	42
Figura 4. Tipologías de cubiertas.	43
Figura 5: Esquema de diseño de una investigación descriptiva.	50
Figura 6. Procedimientos.	60
Figura 7. Diagrama de flujo del procedimiento empleado.	63
Figura 8 Esclerómetro manual.	64
Figura 9 Sensor LOMVUM WALL DETECTOR.	64
Figura 10 Aplicación de ensayo de esclerometría.	65
Figura 11 Detección de hierro.	65
Figura 12 Horno de secado.	66
Figura 13 Tamices.	66
Figura 14 Balanza digital y recipientes.	67
Figura 15 Aparato de casa grande.	67
Figura 16 Ubicación geoespacial del proyecto.	68
Figura 17 Formaciones geológicas en el área de estudio.	69
Figura 18 Curva granulométrica.	72
Figura 19 Diagrama de fluidez.	74
Figura 20 Carta de plasticidad.	76
Figura 21 Clasificación fracción limoso-arcilloso (AAHSTO).	77
Figura 22 Perfil estratigráfico.	77

Figura 23 Esclerómetro - bloque 01 nivel 01	82
Figura 24 Esclerómetro - bloque 01 nivel 02	83
Figura 25 Esclerómetro - bloque 01 nivel 03	84
Figura 26 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	86
Figura 27 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	87
Figura 28 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	89
Figura 29 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	90
Figura 30 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	91
Figura 31 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	93
Figura 32 Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02.....	94
Figura 33 Ubicación cartográfica de Google Earth Pro IE 80779.....	96
Figura 34 Fachada de la institución educativa N° 80799	97
Figura 35 Patio central de la institución educativa N° 80799	97
Figura 36 Distribución planteamiento general de la Institución Educativa N° 80799	98
Figura 37 Parte frontal del módulo 01 bloque 01 nivel 1, 2 y 3.....	98
Figura 38 Parte posterior del módulo 01 bloque 01 nivel 1, 2 y 3	99
Figura 39 Vista lateral izquierda del módulo 01 bloque 01.....	99

Figura 40 Vista lateral derecha del módulo 01 bloque 01	100
Figura 41 Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 1 de la IE 80779 La Inmaculada.....	100
Figura 42 Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 2 de la IE 80779 La Inmaculada.....	101
Figura 43 Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 3 de la IE 80779 La Inmaculada.....	101
Figura 44 Corte elevaciones 1-1 módulo 01 bloque 01 de la I.E. N° 80779	102
Figura 45 Vista estructura de techo nivel 1	102
Figura 46 Vista interior de aula 4° B primaria nivel 1	103
Figura 47 Vista de la conformación de mampostería de ladrillo bloque 01	104
Figura 48 Módulo 01 bloque 01 nivel 01	105
Figura 49 Módulo 01 bloque 01 nivel 02	105
Figura 50 Módulo 01 bloque 01 nivel 03	107
Figura 51 Bloque 1 parte exterior frontal	111
Figura 52 Bloque 1 parte exterior posterior.....	112
Figura 53 Bloque 1 vista de pendiente de suelo longitudinal.....	112
Figura 54 Bloque 1 vista de pendiente de suelo transversal.....	113
Figura 55 Vista bloque 01 interior para evaluar diafragma	114
Figura 56 Vista bloque 01 exterior para evaluar diafragma	115
Figura 57 Vista bloque 01 planta.....	116
Figura 58 Vista bloque 01 configuración de la elevación lateral	118
Figura 59 Vista bloque 01 configuración de la elevación posterior	119
Figura 60 Vista bloque 01 espaciamiento máximo entre muros transversales.....	120

Figura 61 Vista bloque 01 cubierta de techo vista interior	121
Figura 62 Vista bloque 01 cubierta de techo vista exterior	122
Figura 63 Vista bloque 01 interior pasadizo que conecta aulas.....	123
Figura 64 Vista bloque 01 exterior sin cornisas y balcones	124
Figura 65 Vista bloque 01 vista interior de aulas 1° piso	125
Figura 66 Vista bloque 01 vista interior de aulas 2° piso	125
Figura 67 Vista bloque 01 interior de ambientes 3° Piso	126
Figura 68 Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A viga -103 (25X40) 1° piso	153
Figura 69 Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A placa P01 - 1° piso	153
Figura 70 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga -105 (25X60) 1° piso.....	154
Figura 71 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa P03 1° piso	154
Figura 72 Vista bloque 01 ensayos pórtico B-B viga -204 (25x40) 2° piso.....	155
Figura 73 Vista bloque 01 ensayos pórtico B-B columna C03 2° piso	155
Figura 74 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga - 205 (25x60) 2° piso.....	156
Figura 75 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa P03 2° piso	156
Figura 76 Vista bloque 01 ensayos pórtico D-D viga - 206 (25x50) 2° piso	157
Figura 77 Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A viga - 303 (25x60) 3° piso	157
Figura 78 Vista bloque 01 ensayos piso pórtico A-A placa P01 3° piso.....	158
Figura 79 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga - 305 (25x60) 3° piso.....	158
Figura 80 Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa P03 3° piso	159
Figura 81 Vista bloque 01 ensayos mecánica de suelos	160
Figura 82 Vista bloque 01 calicata interior de la IE 80779 “La Inmaculada”.....	160
Figura 83 Vista de la fachada de la IE 80779 “La Inmaculada”	161
Figura 84 Vista del lateral izquierdo de la IE 80779 “La Inmaculada”.....	161

Figura 85 Vista del lateral derecho de la IE 80779 “La Inmaculada”	162
Figura 86 Vista posterior de la IE 80779 “La Inmaculada”	162
Figura 87 Vista frontal del pabellón bloque 01, 02 y 03 de la IE 80779 “La Inmaculada”	163
Figura 88 Vista posterior del pabellón 01 bloque 01, 02 y 03 de la IE 80779 “La Inmaculada”	163
Figura 89 Vista posterior del pabellón 02 IE 80779 “La Inmaculada”	164
Figura 90 Vista posterior del pabellón 03 y 04 IE 80779 “La Inmaculada”	164
Figura 91 Formulario- método del índice de vulnerabilidad	165

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Evaluación de la vulnerabilidad global para cada edificio	37
Ecuación 2 El índice de vulnerabilidad (IV) de la medida de vulnerabilidad de los edificios construidos con mampostería no reforzada.....	38
Ecuación 3 Resistencia convencional	39
Ecuación 4 Espesor muro de concreto	40
Ecuación 5 Configuración de planta	41
Ecuación 6 Separación máxima entre muros	43
Ecuación 7 Separación máxima entre muros	120

RESUMEN

La presente investigación, tiene el propósito de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023, pues se ha visto de gran importancia los estudios de vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el diseño de estructuras. Esta investigación tiene su enfoque de estudio de tipo aplicada, enfoque cualitativo, descriptivo, de diseño no experimental, en la que se tiene como población elegida los 04 módulos de institución educativa N° 80779 La Inmaculada código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión y la muestra elegida para esta investigación está conformada por el módulo 01 bloque 01 nivel 01. 02 y 03, como técnica de investigación la revisión documental, la observación e instrumentos la ficha resumen, observación, se utilizó la técnica de Benedetti Petrini para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica, lo que resultó en la obtención del intervalo de clase de vulnerabilidad de 73.75 Baja, el índice de vulnerabilidad A baja, el parámetro que obtuvo la más baja calificación es resistencia convencional calificación D. Como conclusión se obtuvo que la Institución educativa posee una infraestructura segura.

PALABRAS CLAVES: sismo / ingeniería de la construcción / diseño estructural / ingeniería sísmica / prevención antisísmica / sismicidad / vulnerabilidad sísmica

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Eventos sísmicos producen considerables perjuicios en todo el mundo, principalmente causan pérdidas de vidas humanas y económicas por colapso de infraestructura como viviendas, edificios y otras edificaciones, lo indicado motiva el estudio de la vulnerabilidad sísmica de infraestructuras (Del Carpio & Vera, 2021). En el diseño de estructuras es primordial la fase de construcción que se establece en normas y códigos vigentes, principalmente las estructuras que deben resistir un suceso sísmico (Iturburu & Castro, 2021).

Para analizar la vulnerabilidad sísmica de infraestructuras educativas debemos aplicar metodologías existentes internacionales aplicando parámetros validados por la comunidad científica, investigadores cubanos señalan aplicar aspectos no estructurales, organizativos y funcionales que no podemos encontrar en las metodologías como una propuesta metodológica con nivel de prioridad validado por criterio de expertos según el método Delphi (Yamila & Álvarez, 2022).

En Ecuador estudian la vulnerabilidad sísmica en sus edificaciones para la implementación de programas de mitigación de riesgo debido a su riesgo sísmico alto, aplicando diferentes metodologías como proyecto South America Risk Assessment (SARA), metodologías como FEMA P-154, NEC-15, FUNVISIS, Benedetti-Petrini, FEMA 310 al comparar los resultados los investigadores señalaron que estas metodologías son útiles para analizar estructuras que no muestran un comportamiento aceptable frente a un evento sísmico (Cunalata & Caiza, 2022).

En Cuba la zona de mayor peligrosidad sísmica de este país la ciudad Santiago de Cuba se están realizando estudios específicos en sistema prefabricado por el buen comportamiento del material sismorresistente Gran Panel Soviético, además existen estructuras construidas vulnerables por causa de códigos de diseño antiguos que se encuentran derogados, daños patológicos y modificaciones en su diseño estructural; por lo señalado se están desarrollando investigaciones centradas en la verificación estructural por el análisis de chequeo de parámetros de control globales, verifícas sus excentricidades para los centros de masas en referencia de los centros de rigidez, sus desplazamientos y derivas de los pisos, rigideces torsionales, efectos P- Δ . (Socarrás & Álvarez, 2021)

En México se realizó un estudio de zonificación sísmica en regiones donde no se cuenta con estudios de vibración ambiental en la ciudad de Chiapa de Corzo estado de Chiapas una de las regiones sísmicas más activas de este país por su amplificación sísmica como el sismo del 06 de octubre de 1975 y el del 07 de septiembre de 2017 magnitud 8.2 Mw. aplicando la metodología simplificada con el fin de evaluar la vulnerabilidad física por exposición a las infraestructuras en estudio (Moreno, Gonzáles, Paz, Aguilar, & Del Carpio, 2020).

En México en la ciudad de Coatzacoalcos estado de Veracruz se investigó 21 viviendas afectadas por licuación de suelos provocado por el sismo del 7 de septiembre de 2017 (M_w 8.2) aplicando sondeos de penetración estándar (SPT) con el fin de obtener las propiedades geotécnicas, aceleración máxima del suelo, la vulnerabilidad por el método empírico simplificado (Guzmán, Williams, Riquer, Vargas, & Leyva, 2020).

En México realizaron una investigación aplicando enfoque numérico con la finalidad de obtener curvas de fragilidad de presas de *hardfill* bajo carga sísmica para obtener la

relación entre el riesgo sísmico y la vulnerabilidad, aplicando análisis tridimensional de diferencias finitas mediante el *software FLAC^{3D}* con diferentes niveles crecientes de intensidad sísmica, estas curvas de fragilidad las obtuvieron prediciendo la aceleración máxima del terreno en área libre PGA_{ff} fundamentado en la evolución del daño versus el incremento en la intensidad sísmica (Hurtado & Mayoral, 2020).

En Cuba se investigó en la ciudad de San Cristóbal las pérdidas socioeconómicas en un sismo de magnitud moderada tomando como base de estudio el sismo 7° grados MSK del 23 de enero de 1880 obtuvieron los niveles de peligrosidad sísmica en relación a sus características geológicas locales para periodos de retornos (T) 100 y 475 años, se estimaron los niveles de daños de las edificaciones en estudio con información catastral y matrices de probabilidad de daños del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas de Cuba, con el fin de obtener la vulnerabilidad estructural (Ordaz, 2020).

En Venezuela en la zona costera de Falcón se aplicó la metodología de vulnerabilidad sísmica para identificar el índice de priorización para la gestión de riesgo sísmico a estructuras existentes como referente del sismo de Cariaco 1997, y el sismo de Caracas 1967, para el análisis evaluaron cuatro estructuras la escuela Próspero Agustín Ocando, la escuela Básica Bolivariana Agua Salobre, el liceo Próspero Agustín Ocando, y el centro de educación inicial Las Delicias de material estructural concreto armado localizadas en un ambiente marino agresivo y la falla tectónica de San Sebastián las mismas que presentaron un índice de riesgo y vulnerabilidad muy elevada, media alta, media baja y elevado (Giménez, y otros, 2020).

En Colombia se investigó en las ciudades de Medellín, Itagüí y Sabaneta la vulnerabilidad sísmica de infraestructuras educativas aplicando el método del índice

prioritario de Hassan y Sözen (1997) de un grupo de estructuras de pórticos de hormigón reforzado vulnerables a obtener daño severo o colapso en caso de un evento sísmico se obtuvo que el 61% de las estructuras analizadas como prioritarias tienen posibilidad a sufrir daño severo o colapso y un 60% alto, en este estudio aplicaron parámetros en su evaluación como año de construcción y presencia de columnas cortas (Zora & Acevedo, 2019).

En Colombia en la ciudad de San Juan de Pasto referente de ser zona de alta sismicidad, sus estructuras son de tierra e históricas tenemos el teatro Imperial (1922) este estudio analizo la vulnerabilidad sísmica de esta edificación con el fin de normar la protección del este patrimonio, la norma sismorresistente de este país no parametriza el análisis y recuperación estructural por falta de investigaciones por lo que evaluaron en este estudio la estática y dinámica de los materiales a luz de estas estructuras y aplicaron vulnerabilidad sísmica al tapial aplicando propiedades físico mecánicas como la mecánica de la fractura y ensayos de velocidades ultrasónicas (Castillo, Palma, & Moncayo, 2018).

En Italia los terremotos han afectado el patrimonio cultural este país tienen la mayor cantidad de infraestructuras registradas como patrimonio mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) elabora e investiga planes de manejo y prevención del riesgo ante catástrofes evaluando los riesgos, metodológicas de planificación estratégica, la línea de mitigación cualitativos y cuantitativos, vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería de piedra, ladrillo y adobe (Díaz, 2018).

En México en la localidad de Ocuilapa de Juárez, Chiapas prevalecen viviendas precarias, inseguras e insalubres los investigadores de este estudio elaboraron prototipos de vivienda de costo bajo en su edificación usaron materiales de la zona como piedra en su

cimentación, arena con alto contenido de arcilla (22%) para la confección de bloques huecos de concreto y madera para la cubierta, dicha investigación midió el nivel de vulnerabilidad ante la presencia de sismos futuros (Escamirosa, Arroyo, Ocampo, & Del Carpio, 2018).

En México teniendo un adecuado sistema estructural, se corrobora que no siempre existe un comportamiento de los sistemas no estructurales para este caso de estudio practicaron estudios no lineales paso a paso para evaluar el comportamiento de fachadas prefabricadas de concreto del tipo “piso a piso” debido a presentar en un sismo fallas y desprendimientos en esta investigación analizaron los desplazamientos, aceleraciones para cada piso de infraestructura en análisis con la aplicación de las normas vigentes de construcción para este país (Aguilar, Reinoso, & Niño, 2018).

En Chile uno de los países más sísmicos a nivel mundial en la ciudad de Santiago de Chile se analizó la iglesia de Santo Domingo patrimonio arquitectónico para evaluar características sismorresistentes, esta estructura histórica presenta mampostería no armada como técnicas constructiva, material de construcción sillar de piedra, esta edificación resistió 11 sismos de magnitud superior a 7 no presenta fallas mecánicas graves, en este estudio evaluaron su vulnerabilidad sísmica con registros históricos, análisis y pruebas de campo, evaluación de daños y análisis de elementos finitos con el fin de determinar áreas vulnerables a futuros eventos sísmicos (Jorquera, Ruiz, & Torres, 2017).

En Venezuela se evaluaron 2 infraestructuras de 8 pisos con entrantes tipo L con idéntica configuración estructural, sistema aporticado de concreto armado, aplicando la Norma Sismorresistente COVENIN 1753:06 y COVENIN 1756:01 para analizar el comportamiento Sismorresistente y el daño global, análisis estático no lineal (AENL) y análisis dinámico no lineal se necesitó calcular las curvas de comportamiento que

determinan la ductilidad, la reserva de resistencia y el factor de reducción de respuesta inelástica su comportamiento fue adecuado en el diseño elástico, presento pérdida de rigidez en el diseño inelástico (Herrera, Ramírez, & Ugel, 2016).

En Venezuela en la ciudad de Barquisimeto estado Lara analizaron una estructura aporticada de concreto armado de cinco niveles para medir su vulnerabilidad sísmica y comportamiento resistente esta edificación presento una planta tipo H se aplicó análisis lineal, dos modelos matemáticos diafragma rígido y diafragma flexible, análisis inelásticos con el método Análisis Estático No Lineal Pushover Adaptativo (APA) y el Análisis Dinámico Incremental (IDA), los 2 modelos obtuvieron una probabilidad de daño moderado, el modelo con diafragma rígido muestra una respuesta sismorresistente uniforme (Herrera, Saba, Mendoza, & Ugel, 2016).

En el Perú en la ciudad de Lima se realizó un estudio de estructuras de análisis comparativo de las normas E.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente para una estructura con sistema de pórticos esta investigación compara los periodos de vibración, porcentaje de masa participativa, espectro de diseño, distorsión de entrepiso, fuerza cortante basal estática, dinámica y las fuerzas máximas de diseño (momento flector, cortante y axial), modelado mediante el software ETABS 17, como resultado se indicó que la norma del 2018 presenta resultados intermedios en el análisis estático y dinámico a diferencia de las otras normas en análisis de estudio (De la Cruz & Yoctun, 2022).

En el Perú en el distrito de Llacanora se estudió la correlación que existe entre las patologías y la vulnerabilidad Sísmica de 16 viviendas de adobe mediante el método de observación directa mediante recopilación de la información, fichas de reporte, parámetros de densidad de muros, estado actual de las viviendas e inestabilidad de muros por volteo

presentando como resultado alta vulnerabilidad sísmica, para el nivel de severidad de las patologías el 56% presenta un nivel severo siendo las fisura y las grietas los daños más predominantes, se demostró que las patologías si influyen con respecto a la vulnerabilidad Sísmica de la estructura debido a que su correlación fue de 0.7 que significa buena en contraste de su hipótesis (Esparraga, 2021).

En el Perú en el distrito de San Martín de Porres se evaluó las características constructivas de 12 viviendas autoconstruidas del asentamiento humano San José, para el análisis de vulnerabilidad sísmica se aplicó la metodología EMS-98, muestreo de tipo intencional, como resultado 04 viviendas presentan vulnerabilidad media-alta y alta entre los comentarios se señala que los tabiques de apoyo y las zapatas no estuvieron estructurados correctamente (Manchado & Quistan, 2021).

En el Perú en la ciudad de Cajamarca la I.E. N° 055 María Isabel Rodríguez Urrunaga se evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti que permitió analizar las características de la estructura que más influyeron en el comportamiento sísmico para el análisis evaluaron once parámetros registrados a través de una ficha, el 83% de pabellones presentan una vulnerabilidad baja, 17 % una vulnerabilidad media (Becerra & Caruanambo, 2021).

En el departamento de la Libertad en el distrito La Esperanza en el asentamiento Humano Virgen del Socorro en las Mz. 1,2,3 se estudió la vulnerabilidad sísmica en 27 viviendas de adobe aplicando un diseño no experimental se muestra que el 73.68% presenta una vulnerabilidad sísmica media, el 26.32% vulnerabilidad mala, en análisis de peligro sísmico todas las viviendas presentan peligro sísmico medio, con respecto a juntas sísmicas el 78.95% de viviendas no cuentan, el 21.05% si cuentan (Carhuachin, 2021).

En el departamento de la Libertad en los distritos de Buenos Aires y Víctor Larco Herrera se evaluó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de esta zona aplicando análisis subjetivo y método analítico de vulnerabilidad, como método se aplica el de investigaciones descriptivas, métodos estadísticos, softwares computacionales, podemos verificar que de sus resultados el 50% de viviendas autoconstruidas presenta vulnerabilidad alta y muy alta (Bermudez & Piscoya, 2021).

La provincia de Sánchez Carrión, está en el departamento de La Libertad en el Norte del Perú situada en la parte central y oriental del departamento; limita por el Norte con el departamento de Cajamarca; por el Este con la provincia de Bolívar y la provincia de Pataz; por el Sur con la provincia de Santiago de Chuco; y, por el Oeste con la provincia de Otuzco, tiene una extensión de 2 486,38 km², está a 183 km al este y a tres horas de Trujillo, por carretera. (Provincia de Sánchez Carrión, 2021) Según (ESCALE, 2023) la provincia de Sánchez Carrión cuenta con 814 locales educativos que sirven como centros de educación inicial, primaria y secundaria del nivel Básico Regulara (EBR) escolarizada de gestión directa pública y privada . Para el ámbito de estudio del territorio de Sánchez Carrión, encontramos áreas conformadas por diversas unidades geomorfológicas, litológicas, estratigráficas y estructurales diversas (MPSC, 2015).

Contexto histórico temporal

A lo largo de la historia podemos ver varios proyectos que han permitido ser la base de estudio en vulnerabilidad sísmica tenemos la construcción de la Gran Pirámide en Egipto en el año 2566 A.C.; los acueductos romanos en el siglo III AC., la llamada Torre Inclinada de Pisa comenzada por Bonno Pisano en el 1174. En la época moderna se pueden citar el ferrocarril transiberiano operacional en 1905; el edificio del Empire State en Nueva York,

USA, terminado en 1931, la presa Hoover en 1936, el canal de Panamá en 1914 (Vélez, Zapata, & Henao, 2018).

Para analizar la variable vulnerabilidad sísmica tenemos que tomar en cuenta también los terremotos ocurridos en el Perú, los terremotos ocurridos en el mundo entre ellos el de Haichang (1975), Tangshan (1976) y Wang (1979) (Bensoula, Missoum, & Bendani, 2018). La Falla de San Andrés es un ejemplo de lo que se origino por el terremoto de San Francisco (1906) siendo las áreas sísmicas las fuentes concretas de estos terremotos superficiales cuya estructuras geológicas se conceptualiza en las fallas, siendo su actividad tectónica la responsable de la liberación de energía durante el terremoto. (González, s.f.).

Minster & Jordan (como se cito en Tavera, 1998) señalan que los estudios de sismicidad de Perú se relacionan a un proceso de subducción de la placa oceánica bajo la placa sudamericana. Desarrollandose la subducción através del borde occidental de este continente sudamericano está subducción se da a una velocidad relativa de aproximadamente 10 cm por año. Originandose el estudio de la Cordillera Andina que se desarrolla en extención desde el Norte al Sur con una medida de 7000 km de altura oscila en 7000 m. Murúa, Inca Garcilazo de la Vega (como se citó en Tavera, 1998) señalan que hay indicios de historias y narraciones de sismos desarrollados en el período del incanato durante el siglo XV.

Tavera (1998) señala en la historia sucesos de sismos ocurridos en nuestra patria que se dieron a comienzos del siglo XVI. El mayor registro de estos eventos los precisa el autor Silgado en los años 1968, 1978 y 1985. Estos terremotos se localizaron a lo largo de la costa Centro y Sur, en las regiones más pobladas y en donde estan localizadas las ciudades más importantes del siglo XVI. Dorbath *et al* (como se citó en Tavera, 1998) realizó un resumen

histórico en el que ha plasmando mapas con intensidad y donde evaluó los principales maremotos. Estos mismos autores señalan que en la costa central de Perú, los terremotos más importantes se produjeron en 1586, 1687 y el de 1746 que destruyó completamente la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15-20 m de altitud.

El mismo autor señala que en el período de 1513 al 1959, Lima fue destruida sucesivamente por un total de 15 terremotos. En la región Sur, los terremotos más importantes son los de 1604 en la ciudad de Arequipa, 1784 en la ciudad de Moquegua y 1868 en las ciudades de Tacna y Puno. También se sintió este evento en el Norte de Chile en las ciudades de Arica y Iquique. Polo & Dorbath (como se citó en Tovera, 1998) señalan que el terremoto registrado el 13 de agosto de 1868 tubo como epicentro aproximadamente en la ciudad de Arica en Chile (antes ciudad que pertenecía a Perú), se sintió en las ciudades de Guayaquil del país Ecuador, en la ciudad de Concepción del país vecino Chile, lo que ocasiono el maremoto que registro alturas de olas de 14m de altitud y 500 km de longitud en su impacto.

Para el Sur peruano, tenemos el terremoto registrado en el año 1650, localizado como epicentro la ciudad imperial del Cuzco que se sintió su intensidad en las ciudades de Lima, Arequipa de Perú y en la ciudad de La Paz en el país vecino de Bolivia. En la zona central de nuestro país tuvimos registro de terremotos en el año de 1947 que afecto un área de 4,000 km² aproximadamente. Para los años de 1513 y 1920, los historiadores no encontraron referencias de movimientos telúricos registrados en la parte Andina y Subandina de nuestro país que representan el Norte y Centro, a la fecha estas son zonas altamente sísmica (Tavera, 1998).

Proyección del Problema

A nivel internacional, el estudio del análisis de vulnerabilidad sísmica en la industria de la construcción se proyecta como un estudio primordial a pesar que durante años solo era aplicado por un sector tradicional, se evidencia empresas de construcción que implementan las buenas prácticas en la gestión de proyectos enfocadas a la vulnerabilidad sísmica (Contreras, Garzón, Gómez, & Misle, 2018). Se evidencia que algunos profesionales implementan metodologías para la gestión de proyectos enfocados en el aspecto de vulnerabilidad sísmica, exceptuando la mayoría de los agentes involucrados que no se han convencido de los beneficios que se pueden obtener en la implementación de los mismos, estos consideran que se trata de un costo innecesario, por la falta de estudios que demuestren los beneficios de las mismas De Dobbeleer (como se citó en Contreras, Garzón, Gómez & Misle, 2018).

A nivel nacional, el estudio del análisis de vulnerabilidad sísmica se proyecta bajo en consideración con otros países según lo señala el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) que precisa que el 42.4% de la población de Perú de zona rural no tienen los recursos económicos para edificar una vivienda que cumpla con las normas técnicas de construcción, optando por la autoconstrucción a través de terceras personas sin permiso de las autoridades locales, evidenciando un alto grado de vulnerabilidad sísmica (Santos, 2019). El estado peruano frente a este problema ha implementado un plan para las intervenciones de infraestructura pública a futuro desarrollando la fase de Formulación y Evaluación, la ejecución en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, el nivel o grado de desarrollo de la información de los estudios básicos plantea utilizar la regulación técnica que corresponda a las normas nacionales emitidas para

construcción (MINEDU, 2018).

A nivel local, el estudio del análisis de vulnerabilidad sísmica no se encuentra aún reglamentado, prevalecen las normas nacionales de construcción. La Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión por el momento ha implementado en el año 2015 el reglamento para la clasificación general del suelo y la zonificación de usos del suelo urbano de la ciudad de Huamachuco proyectándose a la construcción de futuras edificaciones en el que señala por ejemplo que la condición para un área urbana apta debe cumplir con las siguientes características: son áreas actualmente ocupadas por usos, actividades o instalaciones urbanas; dichas áreas pueden estar dotadas de obras de habilitación urbana conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, en virtud de las cuales existen o son factibles las edificaciones, usos o actividades urbanas (MPSC, 2015).

Antecedentes

Becerro (2020), el estudio de investigación tuvo como objetivo realizar un análisis detallado de los suelos mediante la ejecución de calicatas y la toma de muestras en la localidad de la región de Ucayali, específicamente con el propósito de mejorar la carretera en el distrito de Nueva Requena, que forma parte de la provincia de Coronel Portillo. Para llevar a cabo este análisis, se emplearon métodos que incluyeron la planificación de procedimientos de ensayo durante una investigación de campo a lo largo del tramo de la carretera, con el fin de obtener muestras representativas que permitieran llevar a cabo ensayos CBR para determinar la capacidad de carga del suelo. Además, se aplicaron herramientas de solución basadas en criterios de verificación de suelos y la metodología AASHTO. Los resultados obtenidos en este estudio se utilizaron para proponer soluciones que permitieran mejorar el tipo de fundación de suelos necesario para el pavimento de la

carretera. Como resultado de este análisis, se llegó a la conclusión de seleccionar el tipo de suelo adecuado que se utilizaría en el proyecto para el tramo de carretera que estaba siendo evaluado.

Aldana & Pilco (2020), el estudio de investigación tuvo como objetivo identificar la relación entre la resistencia real del concreto medida en kg/cm^2 y los resultados del ensayo no destructivo de esclerómetro. El método aplicado es el Ensayo con esclerómetro se examinaron los muros de contención ubicados en la Calle Intiorko Ciudad Nueva, Tacna y se recolectaron muestras de concreto utilizando equipos de diamantina, las cuales fueron evaluadas en el laboratorio de suelos y pavimentos de una universidad privada, se realizaron ensayos no destructivos de esclerómetro para determinar la resistencia del concreto presente en estos muros. Los resultados del estudio indicaron que la resistencia del concreto medida mediante el ensayo de esclerómetro, es de 291.45 kg/cm^2 y la resistencia obtenida a través del ensayo de perforación diamantina, es de 275.4 kg/cm^2 , la resistencia indicada en la documentación técnica es de 210 kg/cm^2 . Se llegó a la conclusión de que la precisión del método no destructivo del esclerómetro no es tan cercana como la del ensayo de testigos circulares de concreto, pero sigue siendo una opción viable para analizar estructuras.

Pecori & Cruz (2018), el estudio de investigación tuvo como objetivo determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Emblemática San Juan de la Ciudad de Trujillo. Los métodos aplicados son el inductivo-deductivo, analítico. Los resultados del estudio presentan el índice de vulnerabilidad que se sitúa en un nivel medio-bajo, siendo los aspectos que obtuvieron las calificaciones más bajas: la disposición de los edificios, la configuración vertical y la separación máxima entre estructuras. Se llegó a la conclusión aportando con una modelación estructural con el programa ETABs siguiendo los

criterios establecidos en las normas E.20, E.30 y E.70 del reglamento peruano. se indentificaron deficiencias estructurales no consideradas en el enfoque del índice de vulnerabilidad, tales como la corrosión y la falta de verticalidad en el acero vertical de las columnas, el desprendimiento del recubrimiento en las columnas, los problemas de columna corta, la excesiva esbeltez de algunas columnas en las escaleras y el deterioro de las vigas en las escaleras.

Aguilar & Mudarra (2018), el estudio de investigación tuvo como objetivo determinar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo, 2018. Los métodos aplicados son el deductivo, analítico. Los resultados de la variable vulnerabilidad sísmica se encontró que el 75% de los pabellones antiguos (A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7 y A8) presentan una vulnerabilidad sísmica media-alta, mientras que el 25% de los pabellones modernos (B1, B2 y B3) muestran una vulnerabilidad media-baja. Se llegó a la conclusión de proponer realizar un refuerzo estructural en la dirección "x" mediante la incorporación de muros de corte de albañilería o ensanchando la sección de las columnas existentes, esto permitirá aumentar la rigidez en dicha dirección.

Cochon (2020), el estudio de investigación tiene como objetivo mejorar la metodología de Benedetti Petrini empleada para calcular el índice de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa 2051 - Carabayllo. Se utilizó dos tipos de metodologías, métodos cualitativos y métodos cuantitativos (método NSR-98, método de Hirosawa modificado), método de ATC-21, también los métodos Benedetti Petrini, densidad de muros, índice de vulnerabilidad (cálculo del índice de vulnerabilidad I_v). Los resultados de la variable en análisis a los 3 pabellones de 02 niveles cada uno presentan un cierto nivel de daño en los

cimientos de las columnas, aplicado para evaluar la estructura de manera dinámica, se utilizó un enfoque de superposición espectral en los movimientos. En resumen, se determinó que no había limitaciones para aplicar el método convencional de Benedetti-Petrini al estudio de la infraestructura de la edificación analizada.

Echeverría & Monroy (2021), el estudio de investigación tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica calculado por la metodología propuesta por Benedetti y Petrini, de las edificaciones de mampostería no reforzada del barrio Surinama. En esta investigación se aplicó el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini para edificios de mampostería no reforzada. Los resultados obtenidos de las 254 casas evaluadas con sistema estructural de mampostería no reforzada, las 254 presentan un grado de vulnerabilidad baja. Se llegó a la conclusión que ciertos elementos de tipo no estructural, como: humedad, corrosión, desprendimientos, suciedad en fachadas, oxidación, erosión; provocan que la estructura presente un comportamiento irregular ante la ocurrencia de un sismo.

Garcés (2017), el estudio de investigación tiene como objetivo principal determinar los niveles de vulnerabilidad sísmica en casas de uno y dos pisos, aplicando las variables especificadas en la Norma NSR10. Esto se hizo con el propósito de reducir el riesgo sísmico presente ante una intensidad sísmica moderada, garantizando la seguridad de las personas y protegiendo sus propiedades. Se utilizó el Método ATC 21, que consiste en una Inspección Visual Rápida de edificaciones con potencial riesgo sísmico, que establece un nivel de vulnerabilidad sísmica calificando la edificación entre una vulnerabilidad mínima, significativa, alta y muy alta. Los resultados identificaron las carencias en elementos no estructurales, como la falta de vigas de concreto en los vanos de puertas y ventanas que

pueden generar grandes daños en estos elementos y el bloque para la salida de los ocupantes después de eventos sísmicos. Se llegó a la conclusión que el método ATC-21 permite conocer las condiciones en las cuales se encuentra las edificaciones.

Valcárcel (2013), el estudio de investigación tiene como objetivo principal elaborar y poner en práctica enfoques avanzados para evaluar la seguridad y dar prioridad a las medidas de mitigación del riesgo sísmico en edificaciones y sistemas esenciales como escuelas. Se aplicó el enfoque fundamentado en los espectros de capacidad, siguiendo la propuesta del proyecto RISK UE; se crearon documentos y directrices para la evaluación de la vulnerabilidad estructural de edificaciones; a través de formas espectrales contempladas en el Eurocódigo EC 8 adaptadas conforme a los hallazgos del análisis de GEOTER; se aplicó FEMA 273 (1997), FEMA 356 (2000), FEMA 395 (2003) y FEMA 396 (2003). Los resultados analizaron 40 edificaciones, el 42% de los edificios, escuelas y ayuntamientos de 1962 no consideraron requisitos sísmicos, cimentadas en suelos rocosos firmes tipo A; 70% de los edificios presentan daños leves a moderados, considerándose operativos a un diseño de período de 475 años; la pérdida económica promedio es del 25% del costo de reposición, y el 60% de las instalaciones tienen un tiempo de recuperación de 0 a 150 días. Se llegó a la conclusión de identificar los sectores y edificios con mayores daños, priorizando según pérdidas económicas, índice de funcionalidad y tiempo de recuperación.

Marco Teórico

Como definición vulnerabilidad sísmica tenemos que es la magnitud de los daños en una estructura determinada por las características únicas de un terremoto, conocido como vulnerabilidad, en un evento sísmico se clasifica como “más vulnerables” y “menos vulnerables” (Yépez, Barbat, & Canas, 1995). Entre los principales fundamentos

epistemológicos tenemos:

Crisafulli (2018) señala que el riesgo sísmico son pérdidas potenciales (económicas, sociales, ambientales, etc.) ocasionadas por un sismo en un periodo de tiempo determinado. Carreño (como se citó en Crisafulli, 2018) lo señala como el resultado de la interacción de dos variables principales: la amenaza sísmica y la vulnerabilidad. Hazard, Varnes & Barbat (como se citó en Gonzáles, s.f.) señala que la peligrosidad (P) es la probabilidad de un suceso de una magnitud de intensidad o severidad, dentro de un periodo de tiempo dado y en un área específica.

Gonzáles, (s.f.) señala las pérdidas potenciales como un fenómeno natural determinado con pérdidas de vidas humanas, económicas directas e indirectas, daños a edificios o estructuras, etc. Gonzáles, (s.f.) señala que la vulnerabilidad (V) es el grado de daños o pérdidas posibles en un elemento o conjunto producido por la incidencia de un fenómeno de intensidad definida. Subordinado a las características del elemento considerado, se evalúa entre 0 (0% sin daño) y 1 (100% pérdida o destrucción total del elemento)

Munier & Fernández (2014) indica que la vulnerabilidad o sensibilidad a la amenaza es un binomio conformado por un activo y una amenaza determinada por la vulnerabilidad y su impacto. Lo sensible que es el activo a la amenaza. Un activo presenta una cierta vulnerabilidad ante una determinada amenaza y otra vulnerabilidad distinta ante otra amenaza. Para evaluar matrices de vulnerabilidad de daño, se debe conocer el tipo de estructura, su posible comportamiento frente a terremotos de magnitud o intensidad determinada y el daño estructural según sus niveles de intensidad. De igual forma las funciones de vulnerabilidad es una relación grafica entre la vulnerabilidad estructural y la intensidad del sismo.

UDEP (1996) señala que hay dos clases de vulnerabilidad sísmica tenemos la vulnerabilidad estructural que es la capacidad de afectación o daño de los elementos estructurales de una edificación o estructura sometida a fuerzas sísmicas. Los elementos afectantes pueden ser columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte, etc. También tenemos la vulnerabilidad no estructural que se refiere a la susceptibilidad o daños en elementos no estructurales lo cual puede dejarla inhabilitada. Como son: colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie.

El mismo autor también indica algunos métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica como son los métodos cualitativos cuyo fin es evaluar rápida y sencillamente un grupo de diversas edificaciones separando las que requieran un análisis detallado y los métodos experimentales que realizan una correlación de las propiedades del sismo y del terreno de cimentación, los daños, los tipos y configuraciones estructurales. Siendo valores promedio genéricos y con un grado de incertidumbre elevada sus resultados.

UDEP (1996) señala que también tenemos los métodos analíticos que evalúa detalladamente el grado de la vulnerabilidad posible de una estructura ante eventos sísmicos de diferente magnitud. El método ATC 21 (FEMA 154) Procedimiento de Investigación Visual Rápida RVS (“Rapid Visual Screening Procedure”). El FEMA 154 fue diseñado para identificar, inventariar, y clasificar estructuras potencialmente peligrosas ante un sismo. El Método ATC -22 (FEMA 310) diseñado por American Society of Civil Engineers (ASCE) conjuntamente con el Federal Emergency Management Agency (FEMA) de Estados Unidos creando ASCE 31-02. El método de Hirosawa: Organización Panamericana de la Salud (2004) señala que es el método propuesto por Hirosawa utilizado oficialmente en Japón por el Ministerio de Construcción para la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de

hormigón armado.

Hernández (s.f.) también señala otro método conocido como sistemas de puntuación del índice de vulnerabilidad de edificios que corresponde a un sistema de puntuación que evalúa el índice de vulnerabilidad sísmica de los edificios, basada en la propuesta del ATC–21, 1988 (Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazards).

El método nivel de vulnerabilidad potencial desarrollado por HMC, 1997 señala qué factores determinan o identifican una parte de un edificio ya construido que podría ser vulnerable a sufrir daños durante un terremoto debido a la falla de alguno de sus elementos estructurales. El método del índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini 1982 que fue propuesta por investigadores italianos en 1982, desarrollada con la información de daños en estructuras provocados por terremotos desde 1976. Elaborándose un registro de obtención de información sobre la vulnerabilidad de cada edificio y los efectos causados por terremotos de cierta magnitud.

Dimensiones y criterios arquitectónicos de aplicación

Para esta investigación se tomará como *tercera dimensión el método de Benedetti Petrini* metodología que evalúa si la investigación se basa en información verídica y se puede utilizar en investigaciones a nivel urbano. Además, se ha utilizado en diversas ciudades de Italia con resultados positivos, adoptado oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT). Los parámetros más importantes que se evalúan controlan el daño en las edificaciones ocasionados por terremotos. Este método evalúa los diversos aspectos de las estructuras señalando la diversidad presente en una misma categoría o tipo de edificación. Proporcionando una ventaja en comparación con los enfoques que clasifican las construcciones según su

tipología, material o año de construcción, como el ATC-13 y las escalas de intensidad EMS-98, MSK. (Hernández M. , s.f.)

El mismo autor señala que los parámetros evaluados mediante 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 calificados individualmente en una escala numérica. El mismo autor señala que en total son once parámetros (Ver Tabla 3) y (Ver Figura 2) que calificados con su valor máximo se obtiene 382.5 su índice de vulnerabilidad (el valor mínimo es 0.0).

Ecuación 1

Evaluación de la vulnerabilidad global para cada edificio

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

Nota. Benedetti & Petrini (1984)

Tabla 1

Clasificación numérica que indica el nivel de vulnerabilidad I_v de los edificios construidos con mampostería sin refuerzo.

i	Parámetro	$K_i A$	$K_i B$	$K_i C$	$K_i D$	W_i
1	Organización de sistema resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad de sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición de edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración de planta	0	5	25	45	0.5

7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos estructurales no	0	0	25	45	0.25
11	Estado de la conservación	0	5	25	45	1

Nota. Benedetti & Petrini (1984)

Ecuación 2

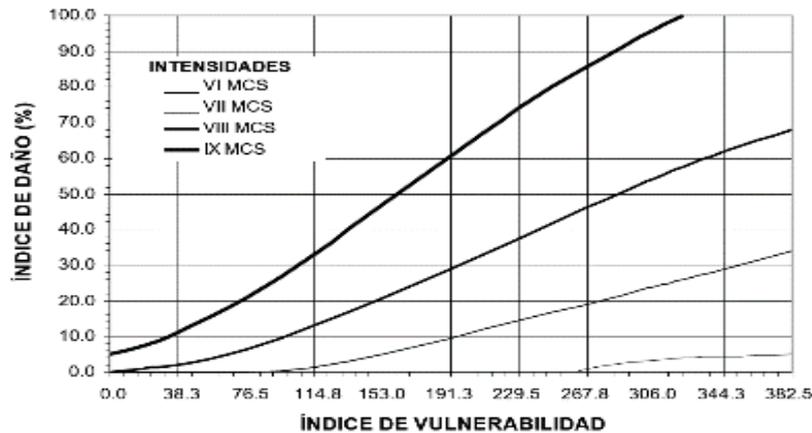
El índice de vulnerabilidad (I_v) de la medida de vulnerabilidad de los edificios construidos con mampostería no reforzada

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

Nota. Benedetti & Petrini (1984)

Figura 1.

Funciones de índice de vulnerabilidad.



Nota. Adaptado de Angeletti et al, 1988

Organización de Sistema Resistente, Requisitos para una construcción resistente: (A)

El edificio debe cumplir con las pautas establecidas por la norma sísmica para garantizar su resistencia ante terremotos. (B) Todas las plantas del edificio deben tener conexiones

mediante vigas de amarre en los muros. (C) El edificio, aunque no tenga vigas de amarre en todas las plantas, debe estar compuesto únicamente por paredes ortogonales bien unidas. (D) El edificio no cumple con el requisito de tener paredes ortogonales unidas.

Calidad de Sistema Resistentes, Condiciones que deben cumplirse para el sistema resistente del edificio: (A) El sistema resistente del edificio cumple con las siguientes tres características: Se utiliza mampostería de ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes en todo el muro. Existe verticalidad entre las unidades de albañilería. El mortero utilizado es de buena calidad y el espesor de la mayoría de las juntas de unión es de 1.0 a 1.5 cm. (B) El sistema resistente del edificio no cumple con una de las características de la clase A. (C) El sistema resistente del edificio no cumple con dos de las características de la clase A. (D) El sistema resistente del edificio no cumple con ninguna de las características de la clase A.

Resistencia Convencional, la determinación de este parámetro se basa en la siguiente fórmula.

Ecuación 3

Resistencia convencional

$$C = \frac{a_0}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot a_0 t_k \cdot (1 + y)}}$$

$$q = \frac{(A + B) \cdot h}{A_t} \cdot P_m + P_s$$

$$\alpha = \frac{C}{C'}$$

Nota. (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

En relación a:

N: Cantidad de Pisos

t_k : Resistencia característica al corte del muro de mampostería en (ton/m^2)

A_T : Área total cubierta en el plano (m^2)

A_x : Área total efectiva o resistente de los muros en la dirección x (m^2)

A_y : Área total efectiva o resistente de los muros en la dirección y (m^2)

h: Altura promedio entre pisos (m)

P_m : Peso Específico de la mampostería en (Ton/m^3)

P_s : Peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m^3)

La calificación de α , dependerá de: (A) Estructura con $\alpha \geq 1$. (B) Estructura con $0.6 \leq \alpha \leq 1$. (C) Estructura con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$. (D) Estructura con $\alpha < 0.4$.

Para calcular el espesor de un muro de concreto armado, se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 4

Espesor muro de concreto

$$t = t_c \cdot \left(\frac{E_c}{E_m} \right)$$

Nota. (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Posición de Edificio y Cimentación, para la evaluación de este parámetro se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones: (A) El edificio debe estar construido sobre un terreno estable con una pendiente igual o inferior al 10%. (B) El edificio debe estar cimentado sobre roca con una pendiente que oscile entre el 10% y el 30%, o sobre un terreno suelto con una pendiente entre el 10% y el 20%. (C) El edificio debe estar cimentado sobre un terreno suelto con una pendiente entre el 20% y el 30%, o sobre un terreno rocoso con

una pendiente entre el 30% y el 50%. (D) El edificio debe estar cimentado sobre un terreno suelto con una pendiente superior al 30%, o sobre un terreno rocoso con una pendiente superior al 50%.

Diafragmas Horizontales, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: (A) Edificios que cuentan con diafragmas, independientemente de su naturaleza, que satisfacen las siguientes condiciones: - No presentan desniveles o placas de concreto en su estructura. - La deformación del diafragma es insignificante. - La conexión entre el diafragma y el muro es efectiva. (B) Edificios con diafragmas similares a los de la clase A, pero que no cumplen una de las condiciones mencionadas anteriormente. (C) Edificios con diafragmas similares a los de la clase A, pero que no cumplen ambas condiciones mencionadas anteriormente. (D) Edificios cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones mencionadas.

Configuración de Planta, al analizar la geometría en planta, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones para cada tipo de edificio: (A) Si el valor de β_1 es mayor o igual a 0.8, o el valor de β_2 es menor o igual a 0.1. (B) Si el valor de β_1 está entre 0.8 (exclusive) y 0.6 (inclusive), o el valor de β_2 está entre 0.1 (exclusive) y 0.2 (inclusive). (C) Si el valor de β_1 está entre 0.6 (exclusive) y 0.4 (inclusive), o el valor de β_2 está entre 0.2 (exclusive) y 0.3 (inclusive). (D) Si el valor de β_1 es menor a 0.4, o el valor de β_2 es mayor a 0.3. Así mismo la siguiente ecuación:

Ecuación 5

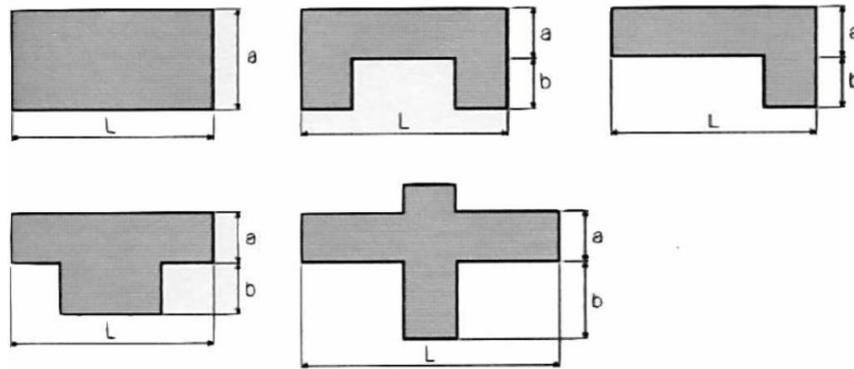
Configuración de planta

$$\beta_1 = \frac{a}{L} \text{ y } \beta_2 = \frac{b}{L}$$

Nota. (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Figura 2.

Configuración en planta de la estructura.

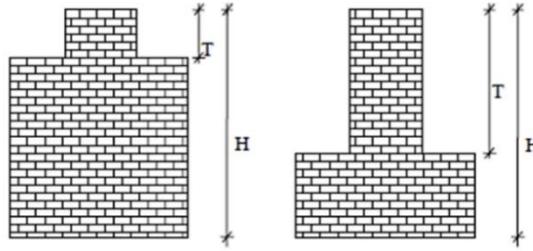


Nota. Adaptado de (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Configuración en Elevación, dado que no hay elementos sobresalientes ni niveles adicionales en el Bloque 1, no se analizará el cambio en la superficie entre el primer y el segundo piso. Además, no se tendrá en cuenta la variación de masa debido a que el peso no tiene importancia significativa por no haber un segundo nivel. (A) Estructura con $-\frac{\Delta M}{M} < 10\%$ (B) Estructura con una superficie de porche menor al 10% o con $10\% \leq -\frac{\Delta M}{M} < 20\%$. (C) Estructura con una superficie de porche entre 10% y 20% o con $-\frac{\Delta M}{M} > 20\%$ o $\frac{T}{H} < 2/3$. (D) Una construcción que cuenta con un porche cuya superficie es superior al 20% o que tiene $\frac{\Delta M}{M} > 0$ o $\frac{T}{H} > 2/3$.

Figura 3.

Ajuste de la altura de la estructura.



Nota. Adaptado de (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Separación máxima entre muros, Para evaluar este parámetro, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones: L se refiere al espaciamiento máximo entre los muros transversales. S se refiere al espesor del muro. (A) Si el cociente entre L y S es menor o igual a 15. (B) Si el cociente entre L y S está en el rango de 15 a 18. (C) Si el cociente entre L y S está en el rango de 18 a 25. (D) Si el cociente entre L y S es mayor o igual a 25.

Ecuación 6

Separación máxima entre muros

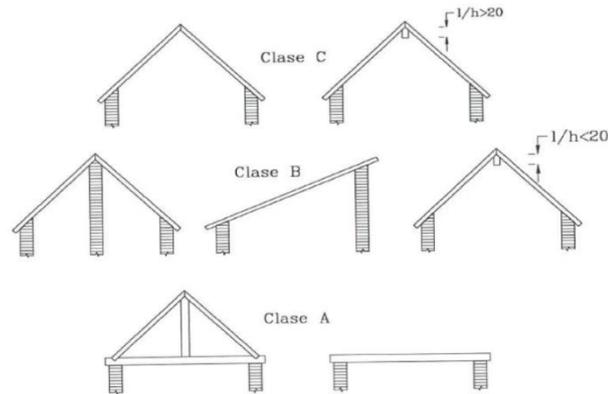
$$\frac{L}{S} = \frac{5.08}{0.25} = 20.32$$

Nota. (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Tipos de Cubierta, se tomará en cuenta lo siguiente: (A) Existencia de una cubierta sólida con una viga cumbreira o de soporte. El edificio cuenta con una cubierta plana. (B) Presencia de una cubierta sólida y bien conectada a los paneles de mampostería sin una viga de soporte. El edificio cuenta con una viga provista de soporte. (C) Presencia de una cubierta inestable, pero con una viga de soporte. (D) Presencia de una cubierta inestable sin una viga de soporte.

Figura 4.

Tipologías de cubiertas.



Nota. Adaptado de (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Elementos No Estructurales, tenemos en consideración lo siguiente: (A/B) Se trata de un edificio sin cornisas, parapetos ni balcones. Por el contrario, es un edificio que cuenta con cornisas bien conectadas a los paneles, además de chimeneas de pequeñas dimensiones y bajo peso. Asimismo, los balcones son extensiones de los forjados estructurales. (C) En contraste, este edificio posee elementos externos a la estructura principal de pequeña dimensión y mal conectados. Estos elementos tienen un peso considerable y su conexión con la estructura es deficiente, lo que podría provocar su caída en caso de un terremoto. Los balcones de este edificio no están conectados a los forjados o fueron construidos después de la estructura principal, lo que genera una falta de vínculo. (D) En este caso, el edificio cuenta con chimeneas u otros elementos externos que no están correctamente conectados a los paneles de mampostería, lo cual representa una deficiencia en la conexión de dichos elementos.

Estado de Conservación, para evaluar este parámetro, deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones: (A) Los muros de mampostería deben estar en buen estado, sin daños visibles. (B) Los muros pueden presentar grietas capilares no extendidas en todo el muro, con excepción de aquellas causadas por terremotos. (C) Los muros pueden tener grietas de

tamaño mediano (2 o 3 mm de grosor) o grietas capilares de origen sísmico. También se incluyen estructuras sin grietas, pero que muestran un estado mediocre de conservación de los paneles. (D) Los muros que presentan un deterioro grave en las características físicas de los materiales de construcción o tienen grietas superiores a 3 mm.

Esta investigación puede aplicarse en edificaciones de albañilería y concreto armado, analizándose once parámetros, siendo la sumatoria de los once parámetros multiplicados por sus coeficientes, lo que nos da el índice de Vulnerabilidad de la estructura, siendo el valor más elevado una edificación es más vulnerable, Caballero (como se citó en Cutti, 2020).

Tabla 2

Índice de vulnerabilidad

Índice de Vulnerabilidad	
A	Vulnerabilidad Baja
B	Vulnerabilidad Media - Baja
C	Vulnerabilidad Media - Alta
D	Vulnerabilidad Alta

Nota. Análisis de la susceptibilidad sísmica en construcciones históricas (2007)

Tabla 3

Rango para determinar la categoría de vulnerabilidad.

Intervalo	Vulnerabilidad
0 hasta 70	baja
71 hasta 141	media baja
142 hasta 211	media alta
mayores a 211	alta

Nota. Hidalgo (como se citó en Cutti, 2020)

Clasificación rango 0 – 70 Vulnerabilidad baja, Hidalgo (como se citó en Cutti, 2020) señala que son estructuras posibles a ocurrir daños sufridos por la estructura son de

carácter moderado o leve, y a pesar de ello, su sistema estructural mantiene una gran parte de su resistencia y puede continuar utilizándose sin preocupaciones significativas de peligro.

Clasificación rango 71 – 141 Vulnerabilidad media baja, Hidalgo (como se citó en Cutti, 2020) señala que son estructuras posibles a ocurrir daños importantes que a pesar que no se derrumben, es peligrosa su utilización a menos que se sometan a un proceso de rehabilitación, ya que son propensas a causar accidentes debido a la caída de bloques de albañilería o concreto.

Clasificación rango 142 – 211 Vulnerabilidad media alta, Hidalgo (como se citó en Cutti, 2020) señala que son estructuras en las que existe una alta probabilidad de que estas estructuras experimenten una falla total o sufran daños estructurales graves, lo cual puede resultar en lesiones graves e incluso poner en peligro la vida de quienes las habitan.

Clasificaciones rangos mayores a 211 Vulnerabilidad alta, Hidalgo (como se citó en Cutti, 2020) estas estructuras son extremadamente vulnerables y presentan una inminente posibilidad de colapso en caso de un terremoto.

Justificación

El presente trabajo se justifica debido a los siguientes aspectos: por su valor teórico o de conocimiento, esta investigación brindará información objetiva determinando el grado de vulnerabilidad como un soporte técnico para la construcción de infraestructuras educativas de la provincia de Sánchez Carrión y futuros eventos sísmicos.

Por su conveniencia, este trabajo de investigación permitira minimizar los riesgo y gastos constructivos ante eventos sísmicos posteriores.

Por su relevancia social, esta investigación asegurará su fin constructivo que es el atender con un servicio educativo a los niños y niñas de los niveles de inicial, primaria y

secundaria.

Por sus implicaciones prácticas y de desarrollo, este trabajo de investigación ayudará a resolver la problemática de infraestructuras sismoresistentes en un futuro, proporcionando acciones y lineamientos de forma práctica enfocados en determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que sería importantes analizar.

Por su utilidad metodológica, nos permitiera realizar una investigación como precedente de construcción de de futuras Instituciones Educativas.

1.1. Formulación del problema

Todo este contexto motiva a realizar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa N° 80779 La Inmaculada en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023?

1.2. Objetivos

En la presente investigación se plantea el siguiente objetivo general: Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023 .

Como objetivos específicos se planteo:

1.- Realizar el estudio de suelos para determinar la capacidad portante del Módulo 01 Nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

2.- Evaluar los elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría del Módulo 01 Nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

3.- Determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en el Módulo 01 Bloque 01 Nivel 01, 02 y 03 de la Institución Educativa N° 80779 La Inmaculada con Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

1.3. Hipótesis

La Evaluación de vulnerabilidad sísmica de La institución Educativa N° 80779 La Inmaculada código de Local N° 580730 en el distrito de Huamachuco será alto grado de vulnerabilidad.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

Según el conocimiento perseguido o propósito esta investigación se considera del **tipo aplicada**, según Oblitas (2018) señala que está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Porque, el tipo de ámbito al que se aplica la investigación es muy específica y delimitada que es determinar el grado de vulnerabilidad sísmica con una metodología definida.

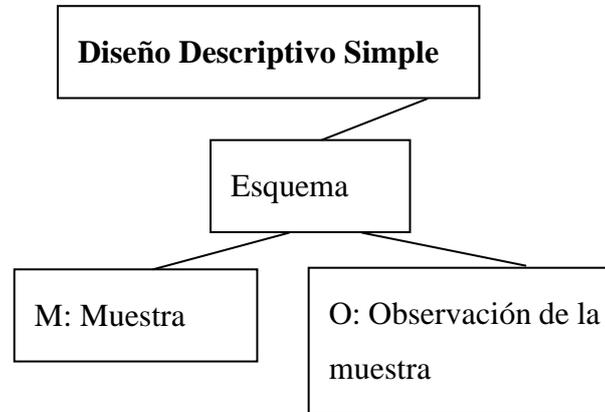
Según el enfoque esta investigación o naturaleza es de **enfoque cualitativa**, según Hernández, Collado, & Lucio (2014) utiliza recopilación de información sin uso de valores numéricos para descubrir o refinar interrogantes de investigación y puede o no probar hipótesis en su proceso de interpretación. Porque, esta investigación se basa en recopilar datos a través de parámetros que medirán el índice de vulnerabilidad.

Según el alcance de investigación, esta investigación se enmarca en el **tipo descriptivo**, según Oblitas (2018) tiene como objetivo central describir el comportamiento de una o más variables dependientes en una población definida o en una muestra de una población. Porque, esta investigación describirá el comportamiento de la variable Vulnerabilidad Sísmica en un módulo y aula definido de la institución educativa.

Según el diseño de investigación, la presente investigación es de **diseño no experimental**, según Hernández, Collado, & Lucio (2014) podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Porque, esta investigación es no experimental no se hará variar en forma intencional la variable vulnerabilidad sísmica para ver su efecto sobre otras variables.

Figura 5:

Esquema de diseño de una investigación descriptiva.



Nota: Aplicado solo para recoger datos, adaptado de (Vento, s.f.).

2.2 Población y muestra

La población, es un conjunto finito o infinito de elementos, personas o instituciones que son motivo de investigación y tienen características comunes. La cual queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio (Arias, 2006). En la presente investigación se considerará **una población finita**, puesto que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio.

La población elegida son los 04 Módulos de Institución Educativa N° 80779 La Inmaculada Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

En la I.E. N° 80779 se tiene asignado el código de local N° 580730 para nivel inicial y secundaria y N° 268904 para el nivel primario por el Ministerio de Educación, la cantidad de estudiantes reportados en el último censo educativo 2022 reporta 827 alumnos y 31 docentes en nivel primario, 180 alumnos y 6 docentes en nivel inicial, 653 alumnos y

33 docentes en nivel secundario (ESCALE, 2023). Los criterios de inclusión y exclusión considerados para la delimitación poblacional son los siguientes: instituciones educativas de la provincia de Sánchez Carrión. Instituciones educativas pública de gestión directa. Instituciones educativas de sector educación. Instituciones educativas de educación básica regular – EBR (Inicial, Primaria y Secundaria). Instituciones educativas escolarizado. Instituciones educativas de área geográfica urbana.

La muestra, según Hernández, Collado, & Lucio (2014) es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos y que tiene que definirse o determinarse de ante mano con precisión. Se empleará **el método no probabilístico** los criterios para seleccionar la muestra no son estadísticos, son racionales, por eso el investigador no tiene idea del error que puede estar introduciendo en su muestra, son las menos confiables, pero las más frecuentes, por ser más económicas y, en algunos casos, más convenientes.

Se usará el **tipo de muestreo por conveniencia**, que consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador para la muestra, esta conveniencia se produce porque al investigador le resulta más fácil examinar a estos sujetos, ya sea por proximidad geográfica, etc. (Requena, 2014). La institución educativa fue seleccionada para su estudio porque presenta las siguientes características, el suelo en la zona consiste en una combinación de suelo agrícola y suelo orgánico, con una composición arcillosa y presencia de humedad. Antes de su desarrollo, el área presentaba humedales y manantiales naturales, según los estudios realizados utilizando el mapa geológico, se determinó que el área de estudio se encuentra en una formación geológica compuesta por depósitos de sedimentos aluviales. Estos sedimentos son de origen reciente, pertenecientes al periodo geológico

conocido como Cuaternario (Q-al) (MPSC, 2015). La zona donde se llevó a cabo la construcción presenta una alta probabilidad de enfrentar diversos riesgos naturales, como aluviones intensos, huaycos, inundaciones, deslizamientos de tierra por su proximidad al cerro Sazón en la ciudad de Huamachuco.

Además, de acuerdo con la reciente actualización del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, en concordancia con la Norma Sismorresistente actualizada (NTE E-030), así como el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, según la información recopilada a partir de isosistas de sismos peruanos, así como datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes, se ha determinado que el área de estudio se encuentra clasificada dentro de la Zona 3 de Alta Sismicidad. El mismo autor indica que existe la posibilidad de que se produzcan terremotos de intensidad significativa, alcanzando valores de VIII a IX en la escala de Mercalli Modificada (Alva, 1984). La estructura en estudio es del año 2015 y desde su construcción no se han realizado estudios de vulnerabilidad sísmica, el director de la institución educativa solo tiene un básico informe de gestión de riesgos sobre la infraestructura, así mismo de la inspección ocular esta en aparentes buenas condiciones, por lo indicado surge el interés de estudiar la vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 “La Inmaculada”. **La muestra elegida para esta investigación está conformada por el Módulo 01 Bloque 01 Nivel 01. 02 y 03 de la Institución Educativa N° 80779 La Inmaculada Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.**

2.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 4

Matriz de operacionalización de variables

Título: "Vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023"						
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Vulnerabilidad sísmica	Es el grado de daño que sufre una estructura, resultado de un sismo con características propias, conocido como vulnerabilidad, en un evento sísmico se clasifica como "más vulnerables" y "menos vulnerables" (Yépez,	En la presente investigación se llevará a cabo una revisión documental y observación para su análisis	Estudio de mecánica de suelos	Capacidad portante del terreno en estudio	Guía de observación y ficha resumen	Ordinal
			Ensayo de esclerometría	Fuerza de compresión en elementos estructurales E-01 3° piso pórtico A-A viga -303 (25X60)		
				Fuerza de compresión en elementos estructurales E-02 3° piso pórtico A-A placa P01		

Barbat,&
Canas, 1995).

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-03 3°
piso pórtico C-C viga - 305
(25x60)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-04 3°
piso pórtico C-C placa P03

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-05 2°
piso pórtico B-B viga - 204
(25X40)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-06 2°
piso pórtico B-B columna C03

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-06 2°
piso pórtico C-C viga-205
(25X60)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-06 2°
piso pórtico C-C placa P03

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-07 2°
piso pórtico D-D viga - 206
(25X50)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-12 1°
piso pórtico A-A viga - 103
(25X40)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-11 1°
piso pórtico A-A placa P01

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-12 1°
piso pórtico C-C viga - 105
(25X60)

Fuerza de compresión en
elementos estructurales E-13 1°
piso pórtico C -C placa P03

Vulnerabilidad sísmica aplicando el método del índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini 1982	1. Organización del sistema resistente
	2. Calidad del sistema resistentes
	3. Resistencia convencional
	4. Posición del edificio y cimentación
	5. Diafragmas horizontales
	6. Configuración en planta
	7. Configuración en elevación
	8. Separación máxima entre muros
	9. Tipos de cubierta
	10. Elementos no estructurales
	11. Estado de conservación

Nota. Matriz de operacionalización de variables de la tesis: Vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas, según Ramírez (2015) nos indica que son los mecanismos, medios o recursos utilizados para recopilar, preservar, analizar y comunicar los datos de los fenómenos que están siendo investigados son conocidos como sistemas destinados a este propósito, son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento.

Por lo tanto, la técnica que emplearemos para la recolección de datos en esta investigación **es revisión documental** que consiste en revisar exhaustivamente los documentos materia de la investigación (UPN, 2021). La obtención de datos organizados implica buscar y examinar una variedad de documentos, incluyendo fuentes bibliográficas (principalmente libros), hemerográfica (noticias, artículos y ensayos de revistas y periódicos) y archivísticas (cartas, oficios, leyes, reglamentos, circulares, entre otros). Esta actividad involucra recolectar, seleccionar, analizar y presentar la información de manera estructurada. (Artu, s.f.).

La **técnica observación** que consiste en evaluar in situ el estado situacional de las características estructurales, con el fin de verificar el estado de conservación y la condición de los materiales de construcción.

Los instrumentos, según Hernández, Collado, & Lucio (2014) señalan que un instrumento de medición es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente, como la encuesta, el protocolo de entrevista, las evaluaciones basadas en datos objetivos, los exámenes y las mediciones de actitudes.

El instrumento que aplicaré la **ficha resumen**, sus usos principales es en investigaciones exploratorias de tipo bibliográficas, históricas, entre otras (UPN, 2021).

También se aplicará la **guía de observación** La recopilación de información implica examinar minuciosamente y con cuidado el objeto, fenómeno o hecho que se va a estudiar. Este proceso puede llevarse a cabo de dos formas: la investigación directa, en la que el investigador tiene contacto directo con el fenómeno o hecho y obtiene conocimiento a través de sus propias observaciones, y la investigación indirecta, en la que el investigador adquiere conocimiento sobre su objeto de estudio a través de observaciones realizadas por otros y registradas en documentos y archivos previos, como libros, revistas o fotografías (Artu, s.f.).

Validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizará la metodología descrita para llevar a cabo el análisis de los datos recopilados.

2.5 Procedimientos y ensayos

Programa de hojas de cálculo MS Excel será utilizado para la evaluación de diversos parámetros utilizados en el método de vulnerabilidad sísmica. Además, se utilizará el software de edición y dibujo AUTOCAD 2016 para analizar los planos de arquitectura y estructurales relacionados con el proyecto del bloque 01 en estudio. Primero indicar que se realizó visita insitu a la institución educativa para realizar el estudio de mecánica de suelo, aplicar el ensayo de esclerometría a elementos estructurales, levantar ficha de recojo de información para poder analizar la vulnerabilidad sísmica del módulo en estudio, siguiendo estrictamente los pasos que detallo:

1. Para la aplicación del ensayo de esclerómetro STANDARD TEST
METHOD POR REBOUN NUMBER OF HARDENED CONCRETE

ASTM C805-02 el día 17/01/2023 se localizó en croquis los puntos de los elementos estructurales donde se realizaría el ensayo: E-01 3° piso pórtico A-A viga-303 (25x60); E-02 3° piso pórtico A-A placa-P01, E-03 3° piso pórtico C-C viga-305 (25x60); E-04 3° piso pórtico C-C placa-P03; E-05 2° piso pórtico B-B viga-204 (25x40); E-06 2° piso pórtico B-B columna C03; E-08 2° piso pórtico C-C viga-205 (25x60); E-09 2° piso pórtico C-C placa P03; E-07 2° piso pórtico D-D viga-206 (25x50); E-12 1° piso pórtico A-A viga-103 (25x40); E-11 1° piso pórtico A-A placa P01; E-12 1° piso pórtico C-C viga-105 (25x60); E-13 1° piso pórtico C-C placa P03. Se utilizó un esclerómetro manual y un sensor LOMVUM WALL DETECTOR Model: LW10, Ferrous metal 120mm, Non-ferrous metal (coper) 100 mm para detección de fierro en elementos estructurales. Los ensayos se realizaron en el bloque 01 del módulo 01 del nivel 01, 02 y 03 con el objetivo de llevar a cabo los correspondientes análisis sísmicos. Durante todo el proceso de análisis y verificación de los parámetros de control, se aplicará la Norma E.030 peruana.

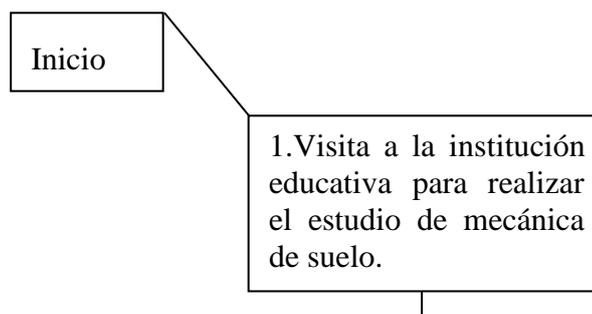
2. Se realizó también el Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, se procedió a realizar el reconocimiento geotécnico a nivel local en las cuales se detectó Pleistoceno (Q-la), Formación Inca (Ki-in), Formación Farrat (Ki-f), Formación Santa (Ki-sa), paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro, descripción e identificación de suelos; procedimientos visual-manual según NTP 339.150:2001, se realizaron los ensayos estándares de laboratorio de

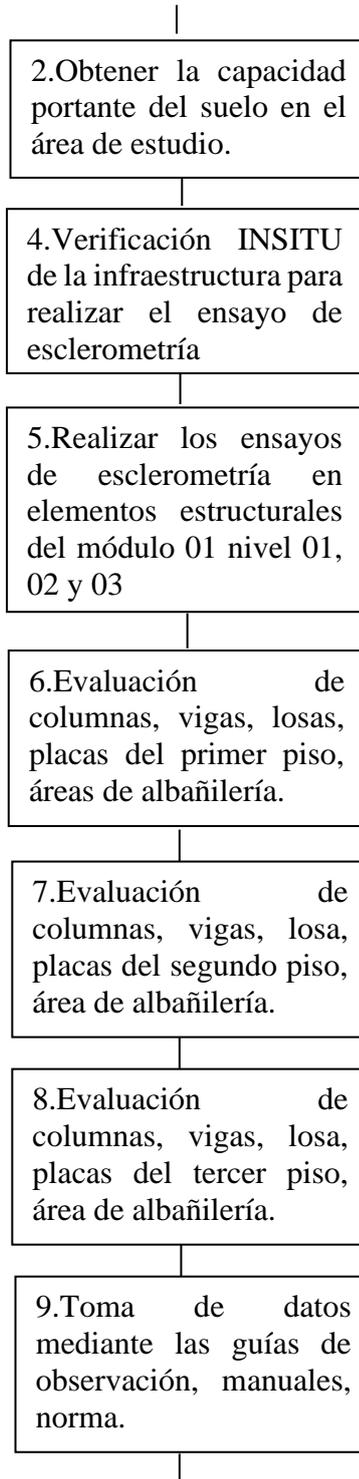
mecánica de suelos para elaboración de perfiles estratigráficos como son : contenido de humedad - según ASTM D2216, granulometría – según ASTM D6913, límite líquido – según ASTM D4318, límite plástico, índice de plasticidad – según ASTM D4318, clasificación de suelos – según ASTM D2487, se determinó la capacidad portante para el diseño, se interpretó los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y laboratorio.

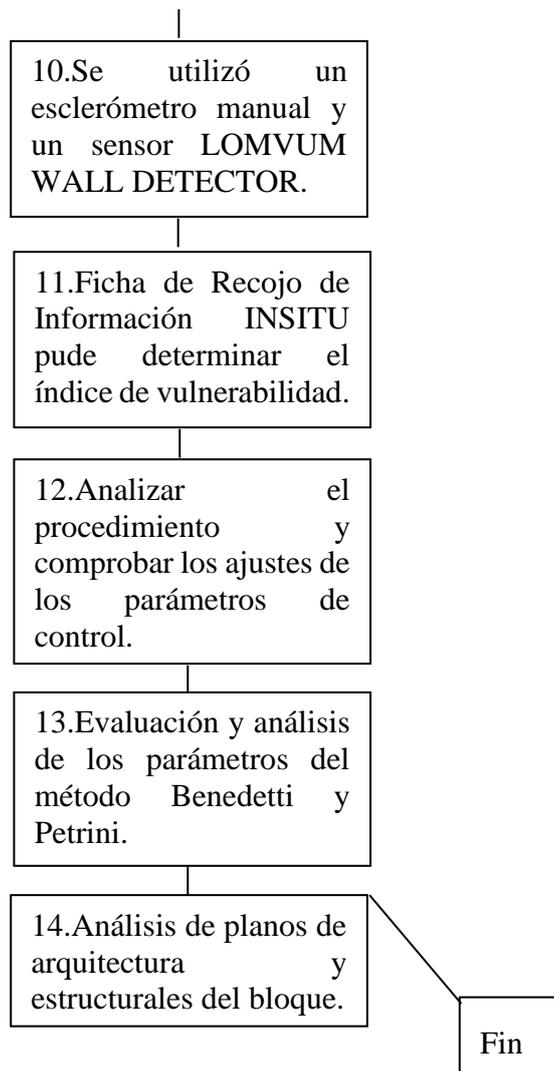
3. Recopilación de datos a través de la Ficha de Recojo de Información INSITU pude determinar el índice de vulnerabilidad aplicando los 11 parámetros evaluados en el método de Benedetti Petrini: organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y de la cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, distancia máxima entre los muros L/S, tipo de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación. También se ha revisado los planos de arquitectura y estructurales del módulo en estudio, para luego realizar los cálculos y análisis de control.

Figura 6.

Procedimientos.







Nota: Se presenta los pasos aplicados en el procedimiento.

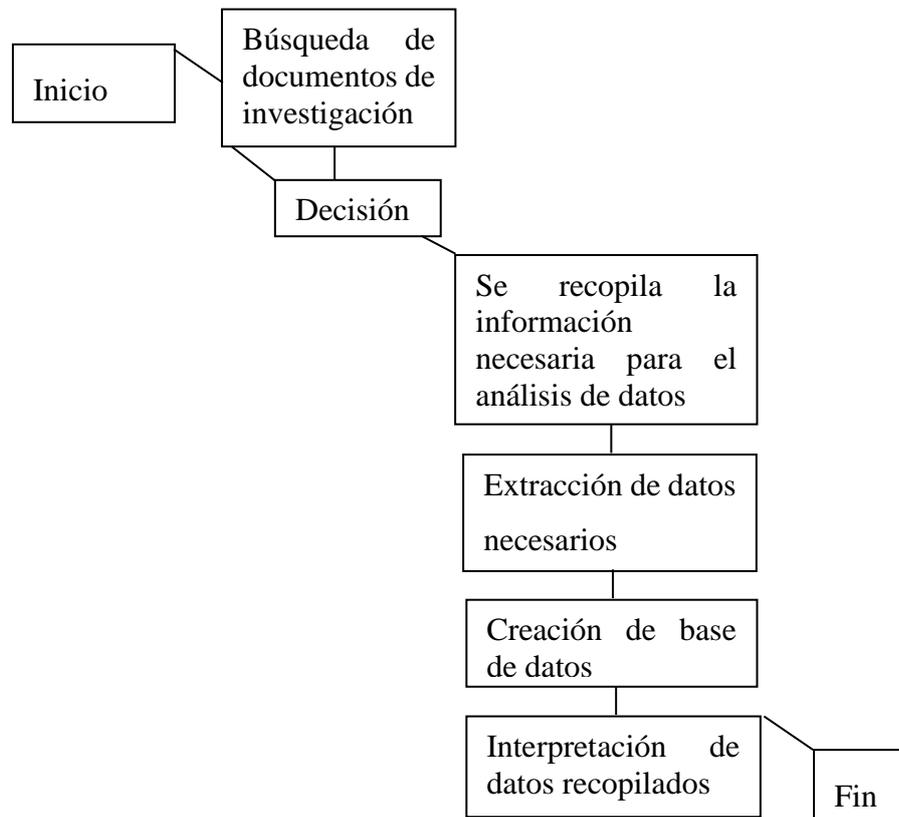
Para recolectar la información, La fase inicial del proceso de análisis de datos se enfocará en la evaluación de la susceptibilidad sísmica de la institución educativa.

- La información referenciada se ha recolectado de base de datos Cielo, Redalyc y Meta buscador Universidad Privada del Norte.
- La institución educativa bajo investigación se analizará utilizando los datos recopilados en el formulario de campo durante la inspección visual.

- Para el análisis de vulnerabilidad sísmica se aplicará el método de Benedetti Petrini y índice de vulnerabilidad, aplicando los ensayos requeridos para el análisis.
- Para el análisis de datos después de haber aplicado el instrumento, se procederá a organizar la información en Gráficos estadísticos, Microsoft Excel, Microsoft Word, lo cual permitirá elaborar las tablas que describen los resultados finales de las variables y dimensiones, redacción.

Figura 7.

Diagrama de flujo del procedimiento empleado.



Nota: Se presenta el diagrama de flujo del procedimiento empleado.

Aspectos Éticos, se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también se está usando información de libre acceso de las instituciones en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será

usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

Figura 8

Esclerómetro manual



Nota. Equipo utilizado en ensayo

Figura 9

Sensor LOMVUM WALL DETECTOR



Nota. Model: LW10, Ferrous metal 120mm, Non-ferrous metal (coper) 100 mm para detección de fierro en elementos estructurales

Figura 10

Aplicación de ensayo de esclerometría



Nota. Equipo utilizado en ensayo

Figura 11

Detección de fierro



Nota. Equipo utilizado en ensayo

Figura 12

Horno de secado



Nota. Horno digital EC 111 ECO / 0° A 300°C serie H 191132

Figura 13

Tamices



Nota. Equipo utilizado en ensayo

Figura 14

Balanza digital y recipientes



Nota. Balanza digital and EK-6100i / 6000g x 0.1g
Serie Ga4454974

Figura 15

Aparato de casa grande



Nota. Equipo utilizado en ensayo

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Estudio de suelos para determinar la capacidad portante del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

Figura 16

Ubicación geoespacial del proyecto



Nota. El área se encuentra entre las calles Jr. Estete y Jr. José Olaya, cruce con la calle Humberto Ledesma Distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad

Tabla 7

Resumen de ensayos estándar

Resumen de ensayos estándar											
Calicata	Procedencia de material	EST.	N°04	N°40	N°200	LL	LP	IP	W%	SUCS	AASHTO
											A-7-6
CA-001	Suelo cimentación	E1	99.56	88.48	84.01	45	26	19	41.39	CL	(17)

Nota. Detalle del resumen de ensayos estándar

Tabla 8

Valores estimados de los parámetros de resistencia

Valores estimados de los parámetros de resistencia						
Calicata	Estructura	Estrato	SUCS	AASHTO	Cohesión	Ángulo
					(kg/cm²)	fricción (°)
					A-7-6	
CA-001	Cimentación	E1	CL	(17)	0.25	19.5

Nota. Detalle de los valores estimados de los parámetros de resistencia

Tabla 9

Resultado de empuje lateral de tierras

Resultado de empuje lateral de tierras						
Calicata	Prof.	Estructura	Suelo	Ka	Kp	ko
CA-001	1.50 m	Cimentación	CL	0.626	1.597	0.77

Nota 1: Detalle de los resultados de empuje lateral de tierras

Tabla 10

Análisis granulométrico

Análisis granulométrico		
ASTM D6913 / D6913M - 17		
Datos de ensayo	1ra	Tamizado
	separación	simple /
		fracción
Tamiz de separación	N°04	<N°04
Pasa el tamiz	---	N°04
Masa total seca antes de separación (gr)		569.8
Masa total seca > n°04 (gr)		2.5

Masa total seca < n°04 (gr)	569.8	569.8
Masa lavada seca (gr)	2.5	89.8
Σ de masa retenida (gr)	2.5	89.8
Criterio	1	1
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra separación	---	0
2da separación	0.14	0.89
Diferencia de masa inicial	480.80	
Diferencia entre MLS y MLSR	0.80	
Diferencia entre MLS y MLST	0.00	

Nota. Detalle de análisis granulométrico

Tabla 11

Detalle de análisis granulométrico

Tamiz N°	Abertura	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	%Acumulado Retenido	% Acumulado Pasa (%)
2 1/2"	67.500	0.00		0.1755002	0	0	100.00
2"	50.000	0.00		0.1755002	0	0	100.00
1 1/2"	37.500	0.00		0.1755002	0	0	100.00
1"	25.000	0.00		0.1755002	0	0	100.00
3/4"	19.000	0.00		0.1755002	0	0	100.00
3/8"	9.500	0.00		0.1755002	0	0	100.00
N° 4	4.750	2.50		0.1755002	0.44	0.44	99.56
N° 10	2.000	0.00	15.60	0.1747302	2.73	3.16	96.84
N° 20	0.850		28.30	0.1747302	4.94	8.11	91.89
N° 40	0.425		19.50	0.1747302	3.41	11.52	88.48
N° 60	0.250		16.80	0.1747302	2.94	14.45	85.55
N° 100	0.150		5.50	0.1747302	0.96	15.41	84.59
N° 140	0.106		2.00	0.1747302	0.35	15.76	84.24
N° 200	0.075		1.30	0.1747302	0.23	15.99	84.01
Fondo	< 0.075		0.80	0.1747302	84.01	100	0.00
Σ	Total	2.50	89.80				

Nota. Detalle de análisis granulométrico

Tabla 12

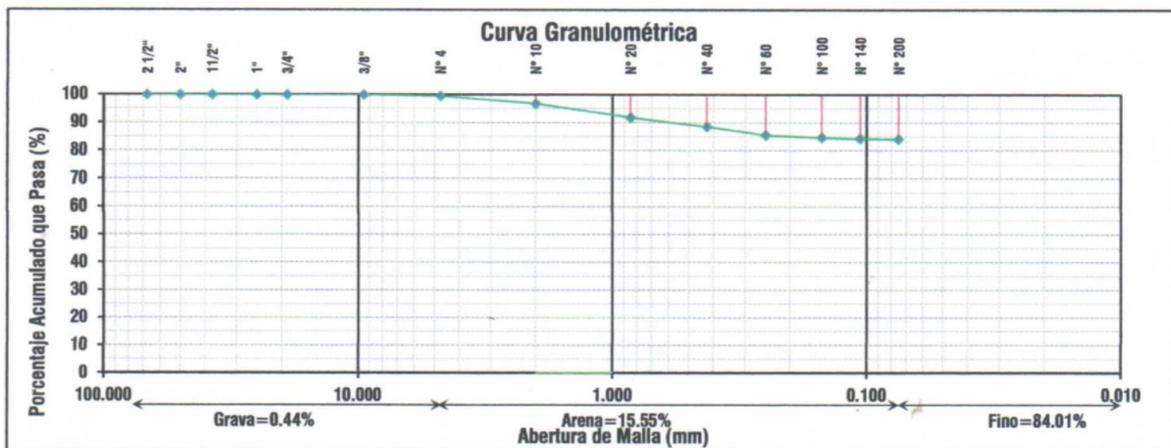
Resumen de análisis granulométrico

Resumen de resultados	
% Grava:	0.44%
% Arena:	15.55%
% Fino:	84.01%
Tamiz N° 4	99.56%
Tamiz N° 40	88.48%
Tamiz N° 200	84.01%
D10:	N.P.
D30:	N.P.
D60:	N.P.
Coef. uniformidad:	
Coef. curvatura:	
Cont. humedad (W):	41.39%
Límite líquido:	45
Límite plástico:	26
Índice de plasticidad:	19
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6 (17)

Nota. Resumen análisis granulométrico

Figura 18

Curva granulométrica



Nota. Análisis granulométrico ASTM D6913 / D6913M-17 curva

Tabla 13

Límite de consistencia -ASTM D4318

Límite de consistencia -ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R-1	R-2
W. rec +W. suelo hum. (gr)	48.22	48.79
W. rec. + W. suelo seco (gr)	41.35	41.84
W. agua contenida (gr)	6.87	6.95
W recipiente (gr)	15.37	15.5
W suelo seco (gr)	25.98	26.34
Contenido de hum. - W (%)	26.44	26.39
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k.	o.k.
Límite plástico		26

Nota. ASTM D2216 estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Tabla 14

Análisis de límite líquido

Análisis de límite líquido - ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-3	R-4	R-5
Número de golpes	35	28	20
W. rec +W. suelo hum. (gr)	58.28	65.82	63.59
W. rec. + W. suelo seco (gr)	45.49	50.43	48.43
W. agua contenida (gr)	12.79	15.39	15.16
W. recipiente (gr)	15.59	15.45	15.27
W. suelo seco (gr)	29.9	34.98	33.16
Contenido de hum. - W (%)	42.78	44	45.72
Límite líquido		45	

Nota. ASTM D2216 estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Tabla 15

Resumen de resultados

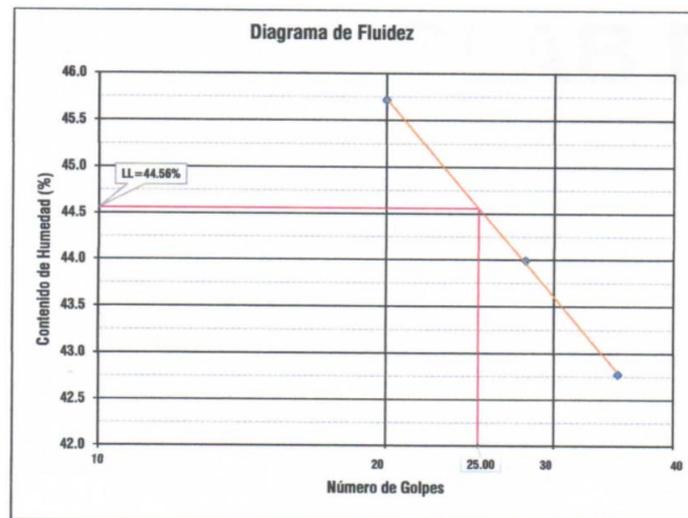
RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite líquido:	45

Límite plástico:	26
Índice de plasticidad:	19
Cont. humedad (W)	41.39%
Densidad húmeda (g/cm ³):	--
Densidad seca (g/cm ³):	--
Otros índices	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de consistencia (I _c):	0.19
Índice de liquidez (IL):	0.81
Índice de compresibilidad (C _c):	0.32
Contracción lineal (CL):	--
Índice de flujo (IF):	12.08
Índice de tenacidad (IT):	1.57

Nota. Detalle de resumen de resultados

Figura 19

Diagrama de fluidez



Nota. Método de ensayo (multipunto), método de preparación (ambiente), método de secado (horno), agua usada (potable), método de preparación (ambiente), método de secado (horno)

Tabla 16

Resumen de análisis límite líquido

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO - ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R-3	R-4	R-5
Número de golpes	35	28	20
W. rec +W. suelo hum. (gr)	58.28	65.82	63.59
W. rec. + W. suelo seco (gr)	45.49	50.43	48.43
W. agua contenida (gr)	12.79	15.39	15.16
W. recipiente (gr)	15.59	15.45	15.27
W. suelo seco (gr)	29.9	34.98	33.16
Contenido de hum. - W (%)	42.78	44	45.72
Límite líquido	45		

Nota. ASTM D2216 estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Tabla 17

Contenido de humedad

Contenido de humedad - ASTM D2216 - 19	
Método de secado:	Horno 60 ± 5°C
Método de reporte:	"B"
Materiales excluidos:	Ninguno
Precisión:	1.00%
Procedencia de la muestra:	Terreno Natural
Procedimiento de tamizado:	Integral
Tamiz separador:	Ninguno
Método de reporte de resultados:	"A"

Nota. Detalle del contenido de humedad

Tabla 18

Análisis de humedad natural

Análisis de humedad natural ASTM D2216			
Ensayo N°:	1	2	3
Recipiente N°:	C4A	C4B	C4C
W. rec. + W. suelo hum (gr)	325.08	332.36	382.85
W. rec. + W. suelo seco (gr)	233.44	239.64	275.53
W. agua contenida (gr)	91.64	92.72	107.32

W. recipiente (gr)	14.17	14.26	15.31
W. suelo seco (gr)	219.27	225.38	260.22
Contenido de hum. - W (%)	41.79	41.14	41.24
Cont. hum. - W. prom. (%)	41.39		

Nota. ASTM D2216 standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Tabla 19

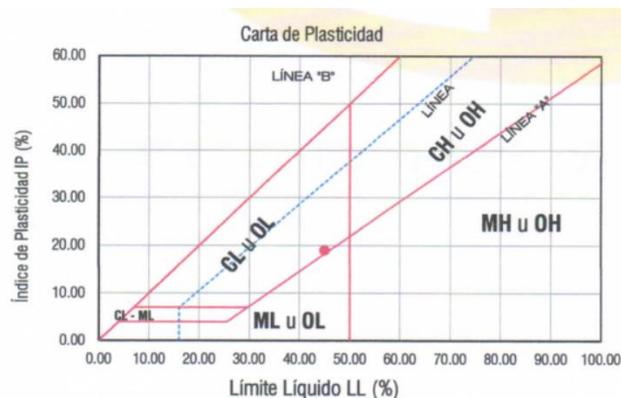
Clasificación de suelos

Clasificación de suelos: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas finas.	Material limoso-arenoso
Características		Pobre a malo como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas finas.	Índice de grupo (IG) 17
Descripción	Arcilla media plasticidad con arena.	Suelo arcilloso
Símbolo de Grupo	CL Arcilla media plasticidad con arena	A-7-6
Clasificación Terreno	CL	Suelo arcilloso A-7-6 (17)
Fundación	--	--

Nota. Detalle de clasificación de suelos, SUCS

Figura 20

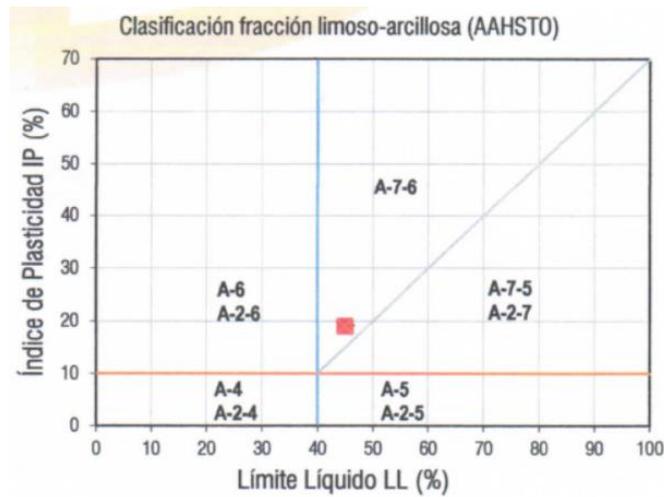
Carta de plasticidad



Nota. Relación de límite líquido LL (%) vs índice de plasticidad IP (%)

Figura 21

Clasificación fracción limoso-arcilloso (AAHSTO)



Nota. relación límite líquido LL (%) vs índice de plasticidad IP (%)

Figura 22

Perfil estratigráfico

Profundidad (m)	Calicata N°01	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL
		SUCS	AASHTO				
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00	C1 E1						Material orgánico y de relleno residual.
	C1 E2	CL	A-7-6 (17)	41.39	45	26	Arcilla de mediana plasticidad, húmedo color amarillento y gris, tamaño menor a la malla N°04, con gravas (0.44%), arenas (15.55%) y finos plásticos (84.01%), suelo colapsable en condiciones naturales (con humedad excesiva), compresibilidad alta y se puede esperar una actividad de contracción-expansión en tiempos de sequía, material del tipo CL.
							Nivel freático

Nota 1: SUCS arcilla de mediana plasticidad, húmedo color amarillenta y gris, tamaño menor a la malla N° 04, con gravas (0.44%), arenas (15.55%) y finos plásticos (84.01%), suelo colapsable en condiciones naturales (con humedad excesiva), compresibilidad alta y se puede esperar una actividad de contracción-expansión en tiempo de sequía, material del tipo CL.

Tabla 20

Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por el picnómetro de agua ASTM D854-14

ASTM D854-14		
Datos	CA-001 / E-02	
Número de picnómetro	A	B
Peso de suelo seco	98.76	98.74
Peso de picnómetro + agua destilada	648.6	648.6
Peso de picnómetro + agua destilada + suelo	710.7	710.7
Temperatura	16.5	16.3
Coeficiente de corrección a 20°C	1.00659	1.0006935
Peso específico de sólidos	2.694	2.695
Gravedad específica de sólidos	2.696	2.697
Gravedad específica de sólidos	2.7	

Nota. Detalle de ASTM D854-14

Tabla 21

Equipo empleado en el ensayo

Equipo empleado en el ensayo			
Equipo empleado en el ensayo	Serie	Fecha de calibración	N° certificado calib.
Balanza digital and EK-6100i / 6000g x 0.1g	GA4454974	(Autocalibración)	--
Horno digital EC 111 ECO / 0° A 300°c	H 191132	26/11/2022	--

Nota. Detalle de equipos empleados en ensayo

Tabla 22

Capacidad de carga - cimentación superficial

Capacidad de carga - cimentación superficial	
Cota de Superficie (m):	0.00
Fecha:	

A. Datos generales

Ángulo de fricción interna (ϕ)	19.50	grados
Cohesión (c)	0.25	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de fricción interna corregido (ϕ_c)	13.30	grados
Cohesión corregida (c) _c	0.17	kg/cm ²
Peso unitario de sobre carga (Y ₁)	2.70	gr/cm ³
Peso unitario de suelo de cimentación (Y ₂)	2.70	gr/cm ³ (1.0 si es circular o cuadrada)
Relación ancho / largo (B/L)	1.00	cuadrada)
Ancho (diámetro) inicial de la cimentación	2.00	m
Incremento de base (Δb)	0.10	m
Cota de terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de desplante (Df)	1.00	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del nivel freático (N.F)	1.40	m (50m si no presenta)
Inclinación de carga	0.00	grados
Factor de seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CL	
Cimentación Sugerida	Zapata Cuadrada	

Nota. Detalle de datos generales

Tabla 23

Factores de capacidad de carga

B. Factores de capacidad de carga

N _c =	9.963	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$
N _q =	3.352	$N_q = tg^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{xtg\phi}$
N _y =	2.055	$N_y = 2(N_q + 1)tg\phi$

Nota. Detalle de factores de capacidad de carga

Tabla 24

Factores de forma

C. Factores de forma

$$Sc = 1 + \frac{B}{L} \frac{Nq}{Nc}$$

Sc=	1.336	
Sq=	1.236	$Sq = 1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi$
Sy=	0.600	$Sq = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$

Nota. Detalle de factores de forma

Tabla 25

Factores de inclinación

D. Factores de inclinación

ic =	1.000	$ic = iq = \left(1 - \frac{B}{90}\right)^2$
iq=	1.000	
Ig=	1.000	$iy = \left(1 - \frac{B}{\phi}\right)^2$

Nota. Detalle de factores de inclinación

Tabla 26

Coefficiente de presión lateral

E. Coeficiente de presión lateral

ka=	0.626
kp=	1.597
ko=	0.770

Nota. Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

Tabla 27

Capacidad admisible

F. Capacidad admisible

Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	Cota relativa	Desplante (m)	Df	Ancho B (m)	Factores por N.F.		qd (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	Detalle
						W	W'			
		-1	1	1	2	1	0.6	1.54	0.51	Zapata cuadrada
		-1	1	1	2.1	1	0.6	1.55	0.52	

-1	1	2.2	1	0.59	1.56	0.52
-1.5	1.5	2	0.97	0.5	2.02	0.67
-1.5	1.5	2.1	0.97	0.5	2.02	0.67
-1.5	1.5	2.2	0.97	0.5	2.03	0.68
-2	2	2	0.85	0.5	2.29	0.76
-2	2	2.1	0.85	0.5	2.3	0.77
-2	2	2.2	0.85	0.5	2.31	0.77
-2.5	2.5	2	0.78	0.5	2.57	0.86
-2.5	2.5	2.1	0.78	0.5	2.58	0.86
-2.5	2.5	2.2	0.78	0.5	2.59	0.86
-3	3	2	0.73	0.5	2.84	0.95
-3	3	2.1	0.73	0.5	2.85	0.95
-3	3	2.2	0.73	0.5	2.85	0.95

Nota. Detalle de capacidad admisible

Tabla 28

Asentamiento (Si)

G. Asentamiento (Si)

Presión por carga admisible	qadm=	0.51 kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ =	0.4	
Módulo de elasticidad	Es =	50 kg/cm ²	
Asentamiento permisible	Si (max) =	1.6 cm	
Ancho de la cimentación	B =	2 m	
Factor de forma	If =	0.93 m/m	
Asentamiento	Si=	0.014 m	
Asentamiento	Si=	1.36 cm	
Presión por carga admisible	qadm=	0.51 kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	qadm=	0.44 kg/cm ²	
		1.6 cm	ok !
	Si=	1.36 cm	ok !
	Si=		

Nota. Detalle de asentamiento

3.2. Elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión

Figura 23

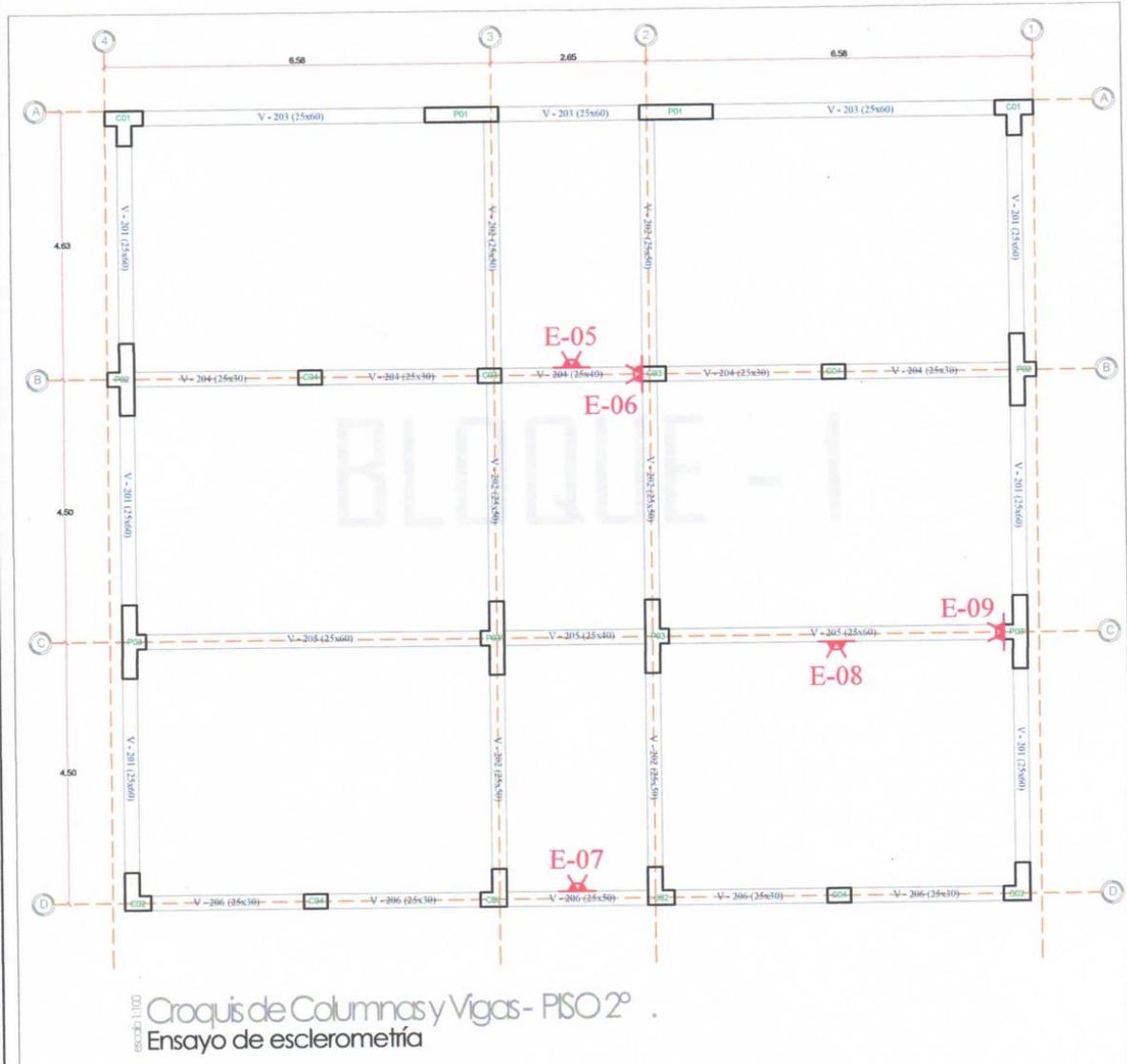
Esclerómetro - bloque 01 nivel 01



Nota. RDR N° 001-2023. reportes de resultados de ensayo con esclerómetro laboratorio
TERRAS LAB E.I.R.L.

Figura 24

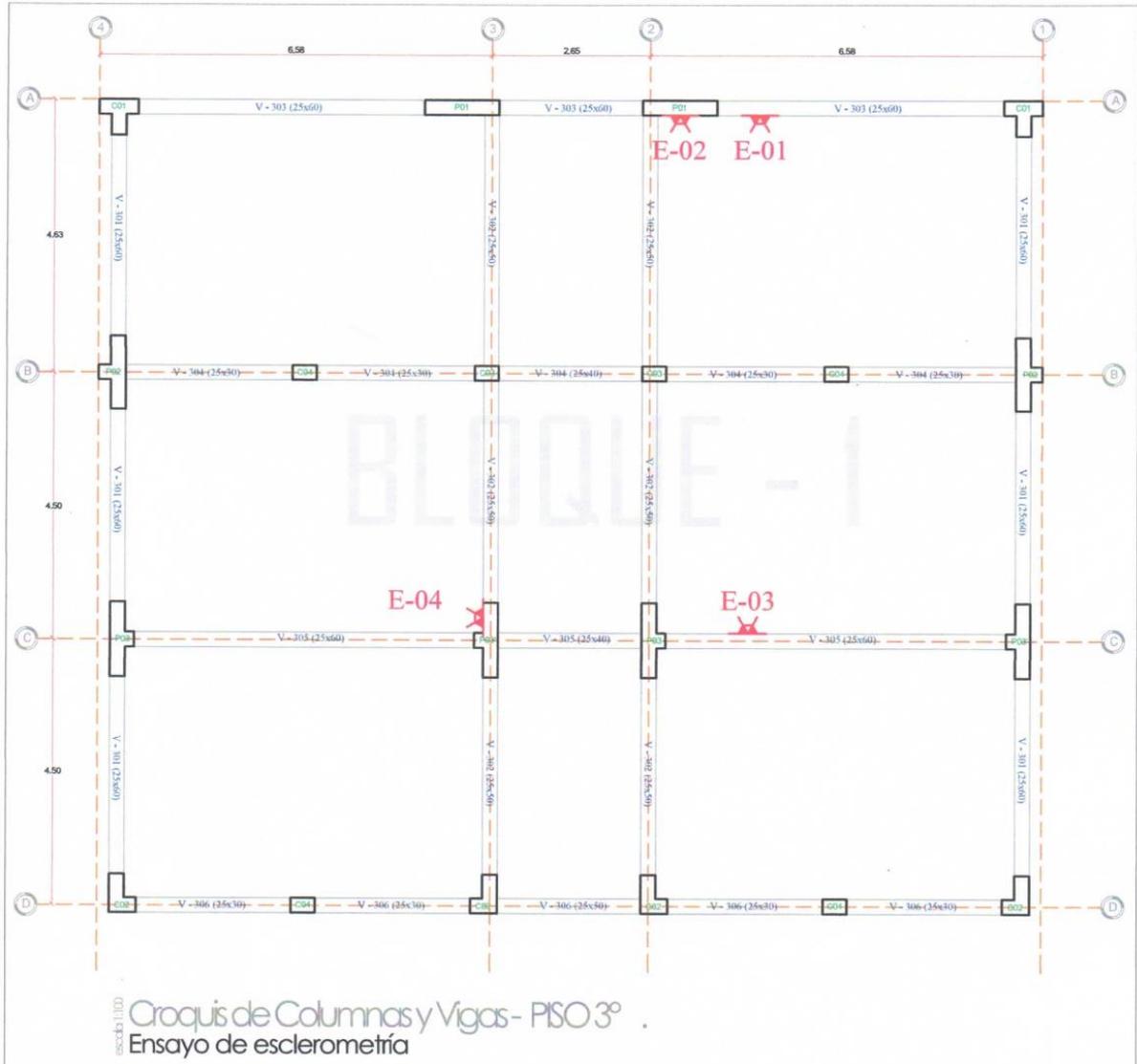
Esclerómetro - bloque 01 nivel 02



Nota. RDR N° 001-2023. reportes de resultados de ensayo con esclerómetro laboratorio
TERRAS LAB E.I.R.L.

Figura 25

Esclerómetro - bloque 01 nivel 03



Nota. RDR N° 001-2023. reportes de resultados de ensayo con esclerómetro laboratorio
TERRAS LAB E.I.R.L.

Tabla 29

Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-01 3° piso pórtico A-A viga - 303 (25X60)

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	f'c		Δ Respecto a la media	DES
				Prom.	Med. (N/mm ²) (kg/cm ²)		
E-01 3° PISO PÓRTICO A-A VIGA - 303 (25X60)	1	1	40			0.00	NO
	2	1	41			-1.00	NO
	3	1	40			0.00	NO
	4	1	35			5.00	NO
	5	1	39	39.5	40	1.00	NO
	6	1	40		34	0.00	NO
	7	1	41		343.55	-1.00	NO
	8	1	40			0.00	NO
	9	1	39			1.00	NO
	10	1	40			0.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-01 3° piso pórtico A-A viga - 303 (25X60)

Tabla 30

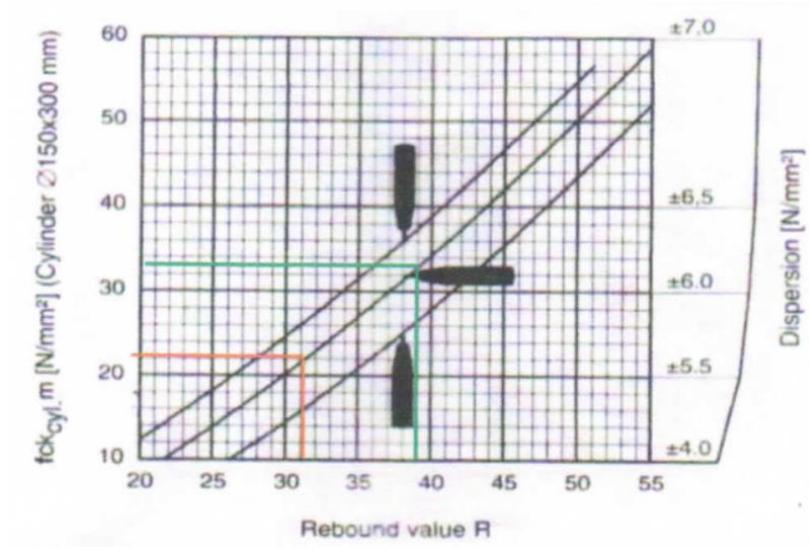
Ensayo de esclerometría en elemento E-02 3° piso pórtico A-A placa P01

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	f'c		Δ Respecto a la media	DES
				Prom.	Med. (N/mm ²) (kg/cm ²)		
E-02 3° PISO PÓRTICO A-A PLACA P01	1	1	31			0.40	NO
	2	1	31			0.00	NO
	3	1	27			4.00	NO
	4	1	31			0.00	NO
	5	1	30	31.4	31	1.00	NO
	6	1	36		22	-5.00	NO
	7	1	30		226.5	1.00	NO
	8	1	36			-5.00	NO
	9	1	28			3.00	NO
	10	1	34			-3.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-02 3° piso pórtico A-A placa P01

Figura 26

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, $f_{ck_{cyl,m}}$ [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 31

Ensayo de esclerometría en elemento E-03 3° piso pórtico C-C viga - 305 (25X60)

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-03 3° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 305 (25X60)	1	1	42	37.7	38	31	316.51	-4.00	NO
	2	1	35					3.00	NO
	3	1	38					0.00	NO
	4	1	38					0.00	NO
	5	1	38					0.00	NO
	6	1	38					0.00	NO
	7	1	35					3.00	NO
	8	1	35					3.00	NO
	9	1	38					0.00	NO
	10	1	40					-2.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-03 3° piso pórtico C-C viga - 305 (25X60)

Tabla 32

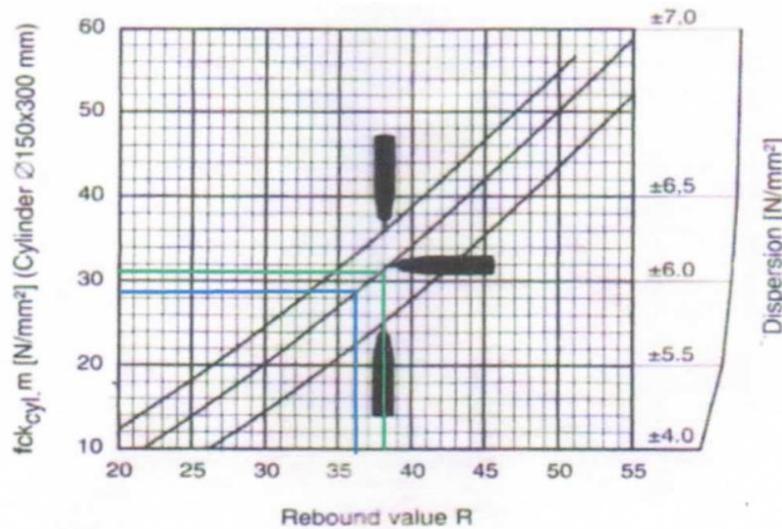
Ensayo de esclerometría en elemento E-04 3° piso pórtico C-C placa P03

Elemento	N° toma	Cantidad disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-04 3° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	38	36	34.5	29	291.51	-3.50	NO
	2	1	34					0.50	NO
	3	1	33					1.50	NO
	4	1	34					0.50	NO
	5	1	39					-4.50	NO
	6	1	40					-5.50	NO
	7	1	33					1.50	NO
	8	1	34					0.50	NO
	9	1	40					-5.50	NO
	10	1	35					-0.50	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-04 3° piso pórtico C-C placa P03

Figura 27

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, fck_{cyl} [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 33
Ensayo de esclerometría en elemento E-05 2° piso pórtico B-B viga - 204 (25X40)

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-05 2° PISO PÓRTICO B-B VIGA - 204 (25X40)	1	1	30	32.6	33	24	243.09	3.00	NO
	2	1	30					3.00	NO
	3	1	34					-1.00	NO
	4	1	33					0.00	NO
	5	1	30					3.00	NO
	6	1	32					1.00	NO
	7	1	33					0.00	NO
	8	1	33					0.00	NO
	9	1	37					-4.00	NO
	10	1	34					-1.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-05 2° piso pórtico B-B viga - 204 (25X40)

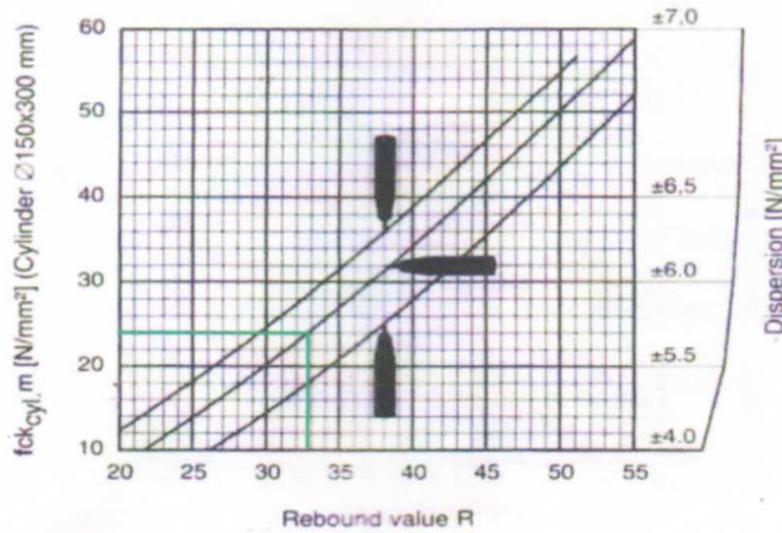
Tabla 34
Ensayo de esclerometría en elemento E-06 2° piso pórtico B-B columna C03

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-06 2° PISO PÓRTICO B-B COLUMNA C03	1	1	35	36.4	37	29	297.35	2.00	NO
	2	1	37					0.00	NO
	3	1	37					0.00	NO
	4	1	37					0.00	NO
	5	1	36					1.00	NO
	6	1	36					1.00	NO
	7	1	37					0.00	NO
	8	1	38					-1.00	NO
	9	1	34					3.00	NO
	10	1	37					0.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-06 2° piso pórtico B-B columna C03

Figura 28

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, $f_{ck_{cyl,m}}$ [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 35

Ensayo de esclerometría en elemento E-08 2° piso pórtico C-C viga - 205 (25X60)

Elemento	N° toma	Cantidad disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-08 2° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 205 (25X60)	1	1	33	33.3	33	25	252.89	0.00	NO
	2	1	32					1.00	NO
	3	1	33					0.00	NO
	4	1	33					0.00	NO
	5	1	34					-1.00	NO
	6	1	35					-2.00	NO
	7	1	30					3.00	NO
	8	1	34					-1.00	NO
	9	1	36					-3.00	NO
	10	1	33					0.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-08 2° piso pórtico C-C viga - 205 (25X60)

Tabla 36

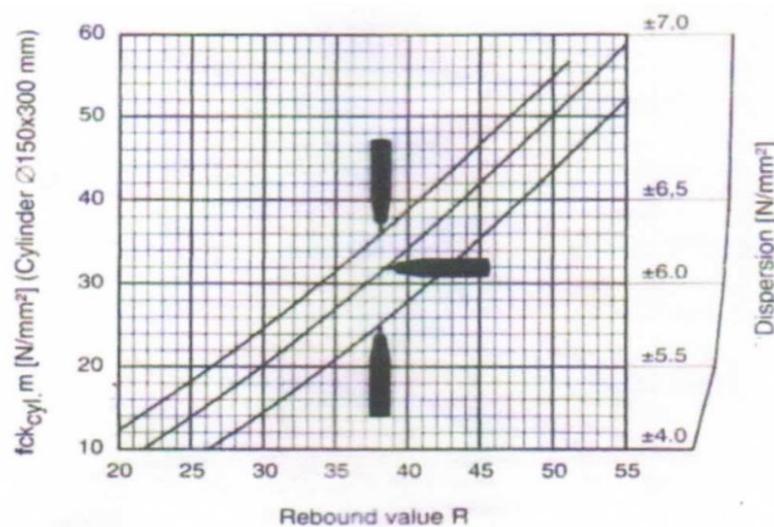
Ensayo de esclerometría en elemento E-09 2° piso pórtico C-C placa P03

Elemento	N° toma	Cantidad disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-09 2° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	32	31.7	32	23	230.62	0.00	NO
	2	1	32					0.00	NO
	3	1	30					2.00	NO
	4	1	33					-1.00	NO
	5	1	32					0.00	NO
	6	1	32					0.00	NO
	7	1	30					2.00	NO
	8	1	32					0.00	NO
	9	1	37					-5.00	NO
	10	1	27					5.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-09 2° piso pórtico C-C placa P03

Figura 29

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, fckcyl [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 37

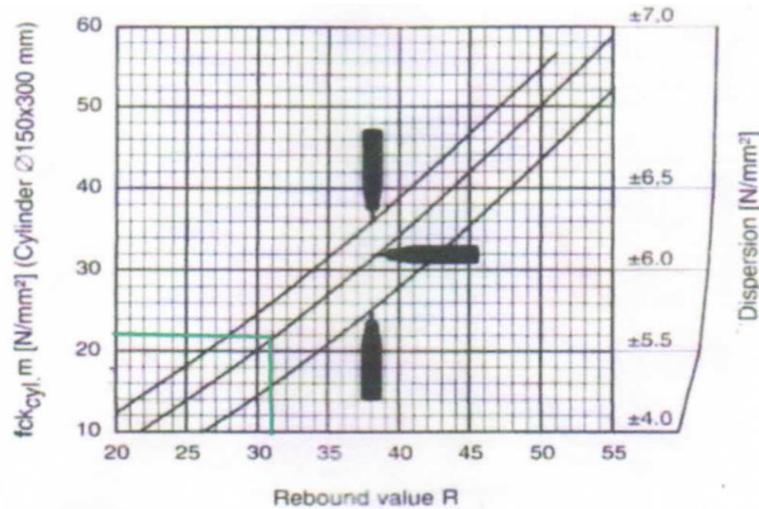
Ensayo de esclerometría en elemento E-07 2° piso pórtico D-D viga - 206 (25X50)

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-07 2° PISO PÓRTICO D-D VIGA - 206 (25X50)	1	1	33	31.1	32	22	222.39	-1.50	NO
	2	1	33					-1.50	NO
	3	1	28					3.50	NO
	4	1	33					-1.50	NO
	5	1	31					0.50	NO
	6	1	32					-0.50	NO
	7	1	29					2.50	NO
	8	1	32					-0.50	NO
	9	1	29					2.50	NO
	10	1	31					0.50	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-07 2° piso pórtico D-D viga - 206 (25X50)

Figura 30

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, fck_{cyl} [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 38
Ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico A-A viga - 103 (25 X 40)

Elemento	N° toma	Cantidad disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-12 1° PISO PÓRTICO A-A VIGA - 103 (25 X 40)	1	1	30					0.00	NO
	2	1	28					2.00	NO
	3	1	31					-1.00	NO
	4	1	30					0.00	NO
	5	1	30	29.3	30	19	198.09	0.00	NO
	6	1	30					0.00	NO
	7	1	26					4.00	NO
	8	1	29					1.00	NO
	9	1	27					3.00	NO
	10	1	32					-2.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico A-A viga - 103 (25 X 40)

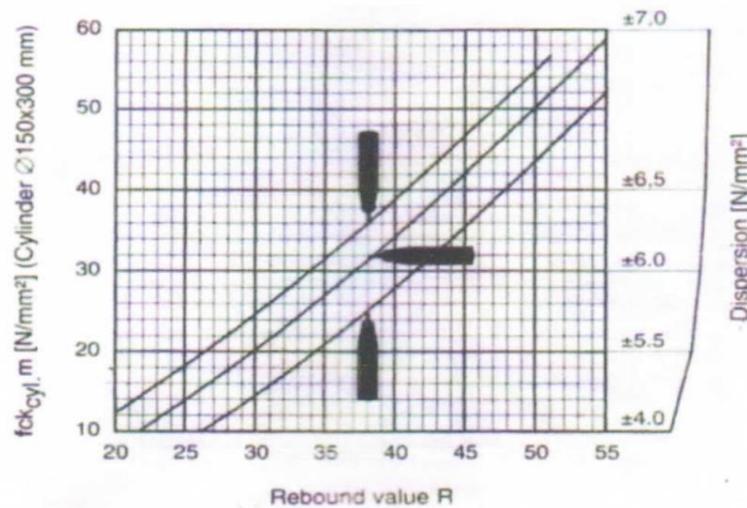
Tabla 39
Ensayo de esclerometría en elemento E-11 1° piso pórtico A-A placa P01

Elemento	N° toma	Cantidad disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-11 1° PISO PÓRTICO A-A PLACA P01	1	1	31					1.00	NO
	2	1	31					1.00	NO
	3	1	32					0.00	NO
	4	1	32					0.00	NO
	5	1	31	32.4	32	24	240.3	1.00	NO
	6	1	33					-1.00	NO
	7	1	31					1.00	NO
	8	1	35					-3.00	NO
	9	1	36					-4.00	NO
	10	1	32					0.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-11 1° piso pórtico A-A placa P01

Figura 31

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, $f_{ck,cyl}$ [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 40

Ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico C-C viga - 105 (25 X 60)

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-12 1° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 105 (25 X 60)	1	1	32	31.1	31	22	222.39	-1.00	NO
	2	1	31					0.00	NO
	3	1	30					1.00	NO
	4	1	28					3.00	NO
	5	1	34					-3.00	NO
	6	1	31					0.00	NO
	7	1	32					-1.00	NO
	8	1	33					-2.00	NO
	9	1	30					1.00	NO
	10	1	30					1.00	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-12 1° piso pórtico C-C viga - 105 (25 X 60)

Tabla 41

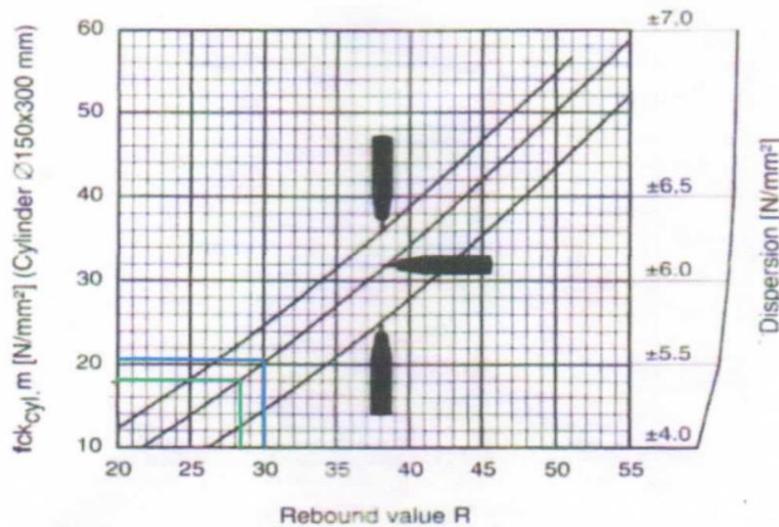
Ensayo de esclerometría en elemento E-13 1° piso pórtico C-C placa P03

Elemento	N° toma	Cantidad de disparos	Índice de rebote	Prom.	Med.	f'c (N/mm ²)	f'c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-13 1° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	28	28.2	29	18	183.53	0.50	NO
	2	1	30					-1.50	NO
	3	1	26					2.50	NO
	4	1	29					-0.50	NO
	5	1	28					0.50	NO
	6	1	29					-0.50	NO
	7	1	29					-0.50	NO
	8	1	27					1.50	NO
	9	1	30					-1.50	NO
	10	1	26					2.50	NO

Nota. Detalle de ensayo de esclerometría en elemento E-13 1° piso pórtico C-C placa P03

Figura 32

Standard test method for rebound number of hardened concrete ASTM C805 – 02



Nota. Rebound value R, fck_{cyl} [N/mm²] (cylinder Ø 150x300 mm), dispersion [N/mm²]

Tabla 42

Resumen Fc (Kg/cm²) ensayo de esclerometría

Resumen Fc (kg/cm²) ensayo de esclerometría	
	fc
	(kg/cm²)
Esclerometría 1° PISO	
E-12 1°Piso Pórtico A-A VIGA -103 (25X40)	198.09
E-11 1° Piso Pórtico A-A PLACA P01	240.3
E-12 1° Piso Pórtico C-C VIGA -105 (25X60)	222.39
E-13 1° Poso Pórtico C-C PLACA P03	183.53
Promedio	211.08
	fc
	(kg/cm²)
Esclerometría 2° PISO	
E-05 2° Piso Pórtico B-B VIGA -204 (25x40)	243.09
E-06 2° Piso Pórtico B-B COLUMNA C03	297.35
E-08 2° Piso Pórtico C-C VIGA - 205 (25x60)	252.89
E-09 2° Piso Pórtico C-C PLACA P03	230.62
E07 2° Piso Pórtico D-D VIGA - 206 (25x50)	222.39
Promedio	249.27
	fc
	(kg/cm²)
Esclerometría 3° PISO	
E-01 3° Piso Pórtico A-A VIGA - 303 (25x60)	343.55
E-02 3° Piso Pórtico A-A PLACA P01	226.5
E-03 3° Piso Pórtico C-C VIGA - 305 (25x60)	316.51
E-04 3° Piso Pórtico C-C PLACA P03	291.51
Promedio	294.52
Promedio fc (kg/cm²) de 1°, 2° y 3° Piso	251.621

Nota 1: Elaboración Propia

3.3. Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini del módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

Figura 33

Ubicación cartográfica de Google Earth Pro IE 80779



Nota. Coordenadas UTM centroide: latitud -7.813313° y longitud -78.044624° , coordenadas UTM hito 01: latitud -7.812723° y longitud -78.044733° , coordenadas UTM hito 02: latitud -7.813531° y longitud -78.045052° , coordenadas UTM hito 03: latitud -7.813972° y longitud -78.044477° , coordenadas UTM hito 04: latitud -7.813305° y longitud -78.044197° .

Figura 34

Fachada de la institución educativa N° 80799



Nota. Panel fotográfico vista frontal

Figura 35

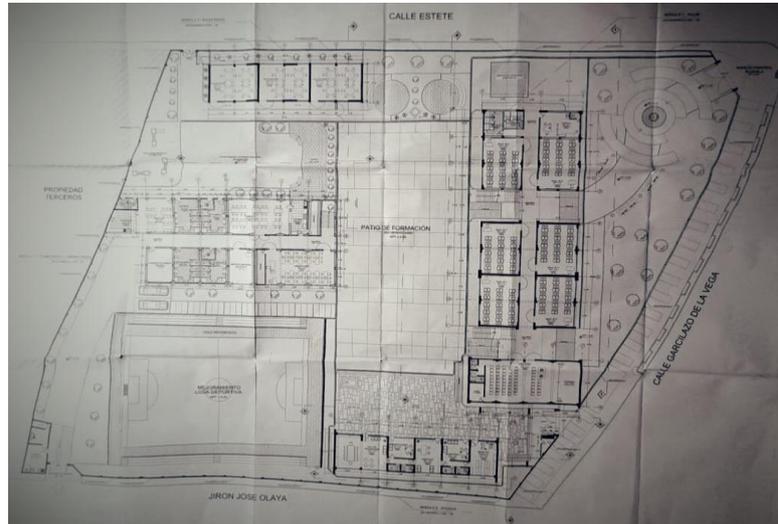
Patio central de la institución educativa N° 80799



Nota. Panel fotográfico vista patio central

Figura 36

*Distribución planteamiento general de la Institución
Educativa N° 80799*



Nota. Plano distribución 1° piso planteamiento general de la
I.E. N° 80779

3.3.1. Módulo 01 Bloque 01

Figura 37

Parte frontal del módulo 01 bloque 01 nivel 1, 2 y 3



Nota. Panel fotográfico vista frontal del módulo 01

Figura 38

Parte posterior del módulo 01 bloque 01 nivel 1, 2 y 3



Nota. Panel fotográfico vista parte posterior del módulo 01

Figura 39

Vista lateral izquierda del módulo 01 bloque 01



Nota. Panel fotográfico vista lateral izquierda del módulo

Figura 40

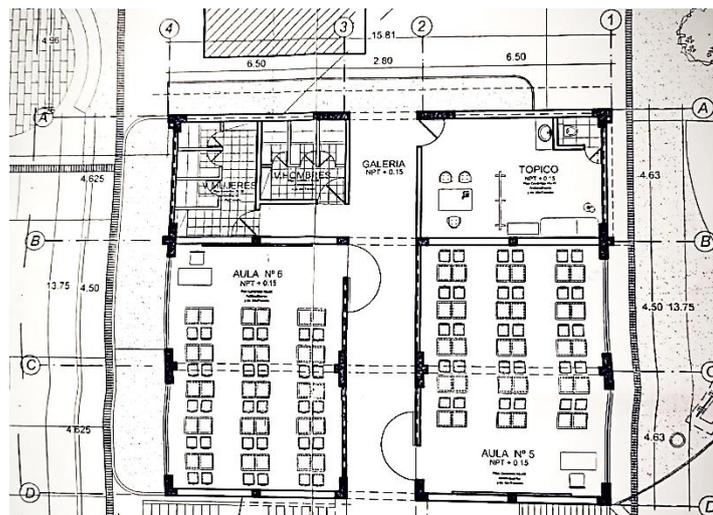
Vista lateral derecha del módulo 01 bloque 01



Nota. Panel fotográfico vista lateral derecha del módulo

Figura 41

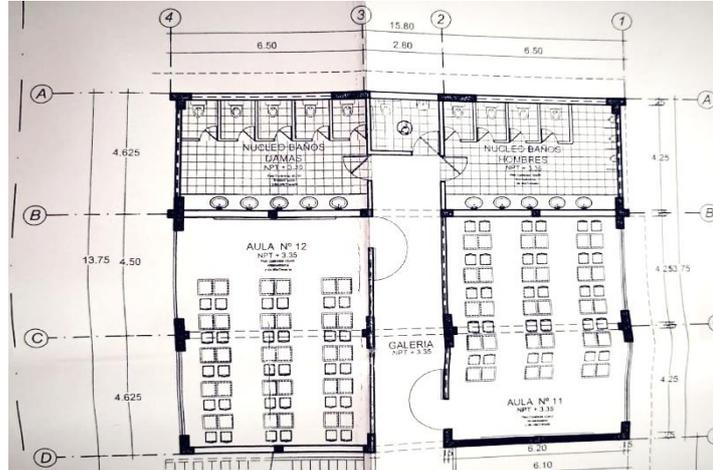
*Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 1 de
la IE 80779 La Inmaculada*



Nota. Plano distribución 1° piso planteamiento
general de la I.E. N° 80779

Figura 42

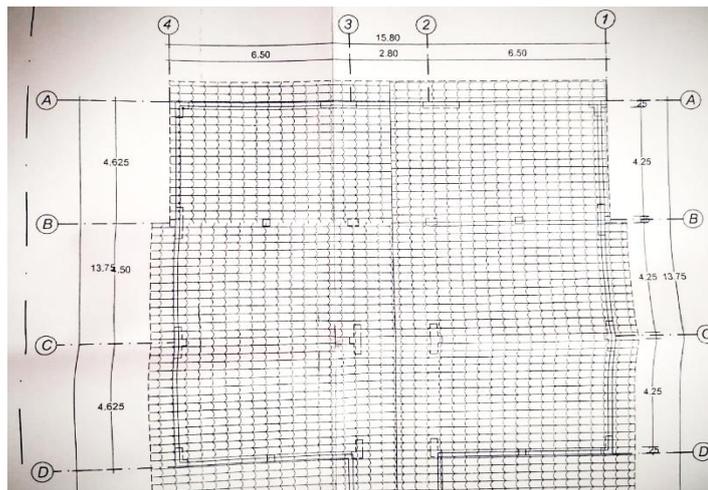
*Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 2 de
la IE 80779 La Inmaculada*



Nota. Plano distribución 2° piso planteamiento general de
la I.E. N° 80779

Figura 43

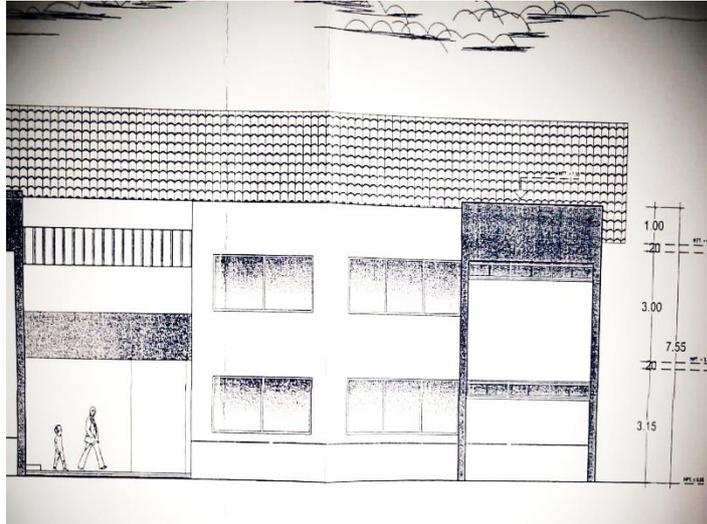
*Áreas intervenidas del módulo 1 bloque 1 nivel 3 de
la IE 80779 La Inmaculada*



Nota 1: Plano distribución 3° piso planteamiento general
de la I.E. N° 80779

Figura 44

*Corte elevaciones 1-1 módulo 01 bloque 01 de la I.E.
N° 80779*



Nota. Corte elevacion 1-1 planteamiento general de la
I.E. N° 80779

1. Organización de sistema resistente

Figura 45

Vista estructura de techo nivel 1



Nota. Panel fotográfico vista estructura techo
nivel 1

Figura 46

Vista interior de aula 4° B primaria nivel 1



Nota. Panel fotográfico vista interior aula
nivel 1

Tabla 43

Evaluación de organización del sistema resistente

módulo 01 bloque 01 nivel 01

Evaluación	Calificación
La edificación de la I.E. N° 80779 La Inmaculada CL 580730 módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 fue construida en cumplimiento de las directrices establecidas por la normativa	A

de construcción sísmorresistente, se observa en todo el edificio de la institución educativa la implementación de conexiones mediante vigas de amarre en los muros.

Nota. Parámetro organización del sistema resistente.

2. Calidad de sistema resistentes

Figura 47

Vista de la conformación de mampostería de ladrillo bloque 01



Nota. Panel fotográfico vista conformación mamposteria

Tabla 44

Evaluación calidad del sistema resistentes bloque 01

Evaluación	Calificación
La edificación de la I.E. N° 80779 La Inmaculada CL 580730 módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 presenta mampostería de ladrillo tipo King Kong industrial tipo IV asentado de cabeza con mortero 1.5 x 1.5 cm, mampostería de ladrillo tipo King Kong industrial tipo IV asentado de soga con mortero 1.5 x 1.5 cm de buena calidad, mampostería de ladrillo tipo King Kong industrial tipo IV asentado de canto con mortero 1.5 x	B

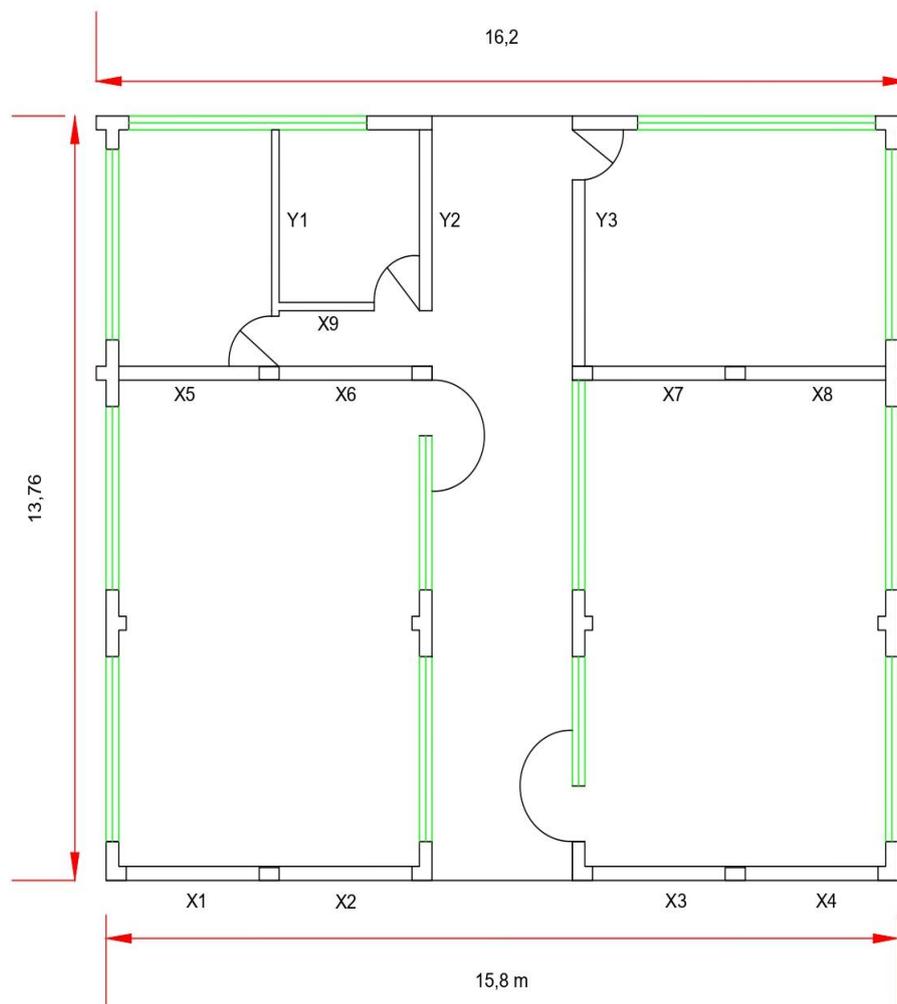
1.5 cm. Se ha verificado que mortero presenta dimensiones
irregulares 1.5, 2.5 y 3.0 cm.

Nota. Parámetro Calidad del sistema resistentes.

3. Resistencia convencional

Figura 48

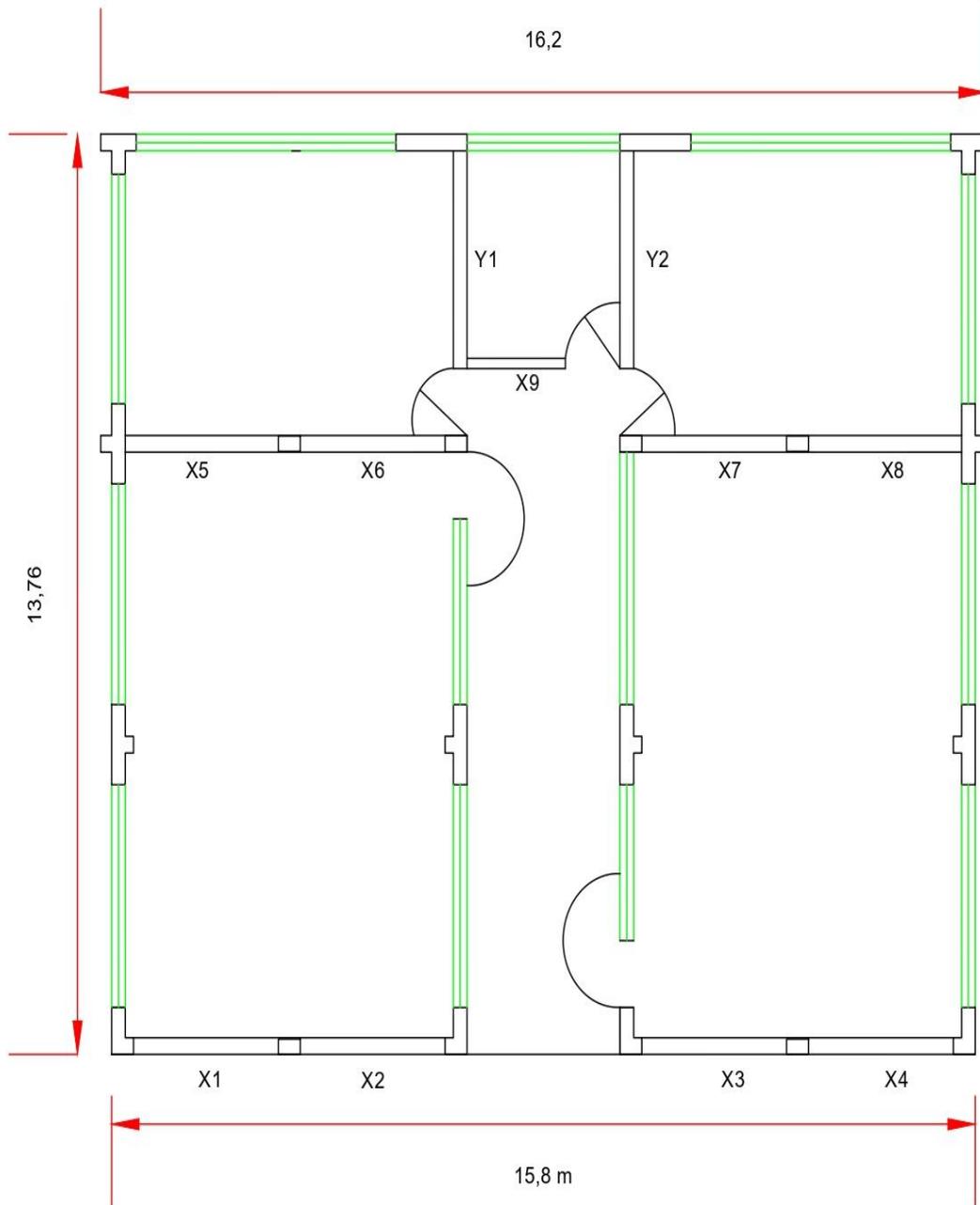
Módulo 01 bloque 01 nivel 01



Nota. Croquis de módulo 01 bloque 01 nivel 01

Figura 49

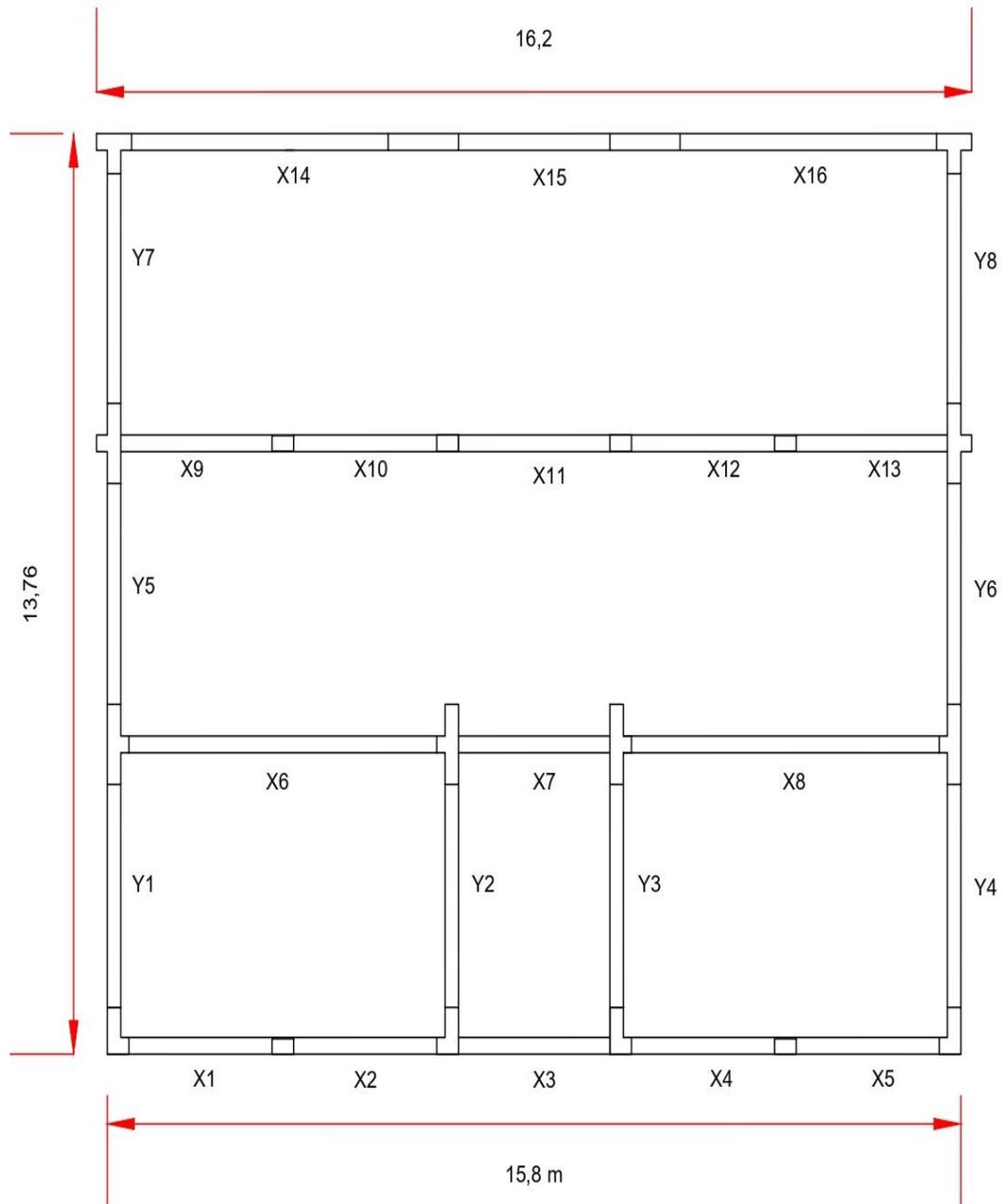
Módulo 01 bloque 01 nivel 02



Nota. Croquis de módulo 01 bloque 01 nivel 02

Figura 50

Módulo 01 bloque 01 nivel 03



Nota. Croquis de módulo 01 bloque 01 nivel 03

Tabla 45

Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería

Tipo de Material	Esfuerzo Cortante
Ladrillo macizo, calidad regular	6-12 T/m ²
Piedra mal tallada	2 T/m ²
Piedra bien tallada	7-9 T/m ²
Ladrillo macizo, buena calidad	18 T/m ²
Bloque ladrillo, mortero cemento	18 T/m ²
Mampostería nueva, ladrillo macizo	20 T/m ²
Mampostería nueva, bloque macizo	20 T/m ²
Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	18 T/m ²

Nota 1. Se presentan los valores del esfuerzo cortante.

Nota 2. (Barbat, Oller, & Vielma, Cálculo y diseño sismorresistente de edificios. Aplicación de la norma NCSE-02, 2005)

Tabla 46

Información inicial para la capacidad de resistencia convencional bloque 01

Resistencia Convencional	Valor
N: Cantidad de pisos	3
A _t : Área total cubierta en el plano (m ²)	662.43
A _x : Área total efectiva o resistente de los muros en la dirección de x (tabla IV-2)	207.20
A _y : Área total efectiva o resistente de los muros en la dirección de y (tabla IV-2)	81.08
t _k : Resistencia característica al corte del muro de mampostería en ton/m ² (según Tabla III-2)	18
h: Altura promedio entre pisos (m)	3.35
P _m : Peso Específico de la mampostería en ton/m ³ (E0.20)	1.8
P _s : Peso por unidad de área del diafragma ton/m ² (E0.20)	0.40

Nota. Parámetro Resistencia convencional.

Tabla 47

Información inicial para la sección de resistencia bloque 01

Datos	Valores	
$f'c$ (para el ensayo esclerometría)-Kg/cm ²	251.621	
$f'm$ (según norma E.0.70 tabla 9) -Kg/cm ² King Kong industrial	145	
E_c : para el módulo de elasticidad del concreto (w_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/ m ³) se toma 1800 kg/m ³	52089.55	Mpa
$E_c=(w_c)^{1.5} 0.043\sqrt{f'c}$ (en MPa) E0.60	531165.59	Kgf. cm ²
E_m : para el módulo de elasticidad de la albañilería (unidades de arcilla: $E_m=500f'm$)	72500	Kgf. cm ²
n : relación modular (E_c/E_m)	7.33	

Nota. Parámetro resistencia convencional.

Tabla 48

Superficie de resistencia total en las direcciones x e y bloque 01

Piso 01							
Muro	L	t	lt	Muro	L	t	Lt
x1	2.65	3.35	8.88	y1	3.36	3.35	11.26
x2	2.65	3.35	8.88	y2	3.26	3.35	10.92
x3	2.65	3.35	8.88	y3	3.36	3.35	11.26
x4	2.65	3.35	8.88				
x5	2.8	3.35	9.38				
x6	2.65	3.35	8.88				
x7	2.65	3.35	8.88				
x8	2.8	3.35	9.38				
x9	1.9	3.35	6.37				
Total Ax=			78.39	Total Ay=			33.43

Nota. Se presenta las áreas en dirección X y en dirección Y del piso 01.

Tabla 49

Área total resistente en la dirección x e y piso 02

Piso 02

Muro	L	t	lt	Muro	L	t	Lt
x1	2.65	3.20	8.48	y1	3.26	3.20	10.43
x2	2.65	3.20	8.48	y2	3.26	3.20	10.43
x3	2.65	3.20	8.48				
x4	2.65	3.20	8.48				
x5	2.8	3.20	8.96				
x6	2.65	3.20	8.48				
x7	2.65	3.20	8.48				
x8	2.8	3.20	8.96				
x9	1.9	3.20	6.08				
Total Ax= 74.88				Total Ay= 20.86			

Nota. Se presenta las áreas en dirección X y en dirección Y del piso 02.

Tabla 50

Área total resistente en la dirección x e y piso 02

Piso 03

Muro	L	t	lt	Muro	L	t	lt
x1	2.65	1.00	2.65	y1	3.33	1.00	3.33
x2	2.65	1.00	2.65	y2	3.33	1.00	3.33
x3	2.8	1.00	2.8	y3	3.33	1.00	3.33
x4	2.65	1.00	2.65	y4	3.33	1.00	3.33
x5	2.8	1.00	2.8	y5	3.3	1.00	3.3
x6	5.7	1.00	5.7	y6	3.3	1.00	3.3
x7	2.8	1.00	2.8	y7	3.43	1.00	3.43
x8	5.7	1.00	5.7	y8	3.43	1.00	3.43
x9	2.8	1.00	2.8				
x10	2.65	1.00	2.65				
x11	2.8	1.00	2.8				
x12	2.65	1.00	2.65				
x13	2.8	1.00	2.8				
x14	4.75	1.00	4.75				
x15	2.8	1.00	2.8				
x16	4.75	1.00	4.75				
Total Ax= 53.75				Total Ay= 26.78			

Nota. Se presenta las áreas en dirección X y en dirección Y del piso 03.

Tabla 51

Total, bloque 01 Ax y Ay

Piso	Ax (m2)	Ay (m2)	Área total cubierta (m2)
1	78.39	33.43	217.61
2	74.88	20.86	217.61
3	53.75	26.78	227.21
Total	207.02	81.08	662.43

Nota. Se presenta el área total cubierta en todo el módulo 01 nivel 01, 02 y 03.

Tabla 52

Resistencia convencional bloque 1

A	B	a ₀	Y	Q	C	C'	α
$A = \min[A_x; A_y]$	$B = \max[A_x; A_y]$	$a_0 = \frac{A}{A_T}$	$\gamma = \frac{B}{A}$	$q = \frac{(A+B) \cdot h}{A_t} \cdot P_m + P_s$	$c = \frac{a_0}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot a_0 \cdot k_s \cdot (1 + \gamma)}}$	$\alpha = \frac{C}{C'}$	
81.08	207.02	0.12	2.55	3.02	0.0076	0.45	0.017

Nota. Se presenta el análisis para calcular la resistencia convencional.

Tabla 53

Evaluación resistencia convencional bloque 1

Evaluación	Calificación
Se puede notar que hay una mayor concentración de muros en la dirección X en comparación con la dirección Y. Los alféizares de las ventanas no se tienen en cuenta en el análisis debido a que no contribuyen a la estructura debido a sus juntas de dilatación. Según la calificación del parámetro, se determina el valor de alfa se encuentra en el rango de estructura con un valor de $\alpha < 0.4$	D

Nota. Parámetro resistencia convencional.

4. Posición de edificio y cimentación

Figura 51

Bloque 1 parte exterior frontal



Nota. Panel fotográfico bloque 1 parte exterior frontal

Figura 52

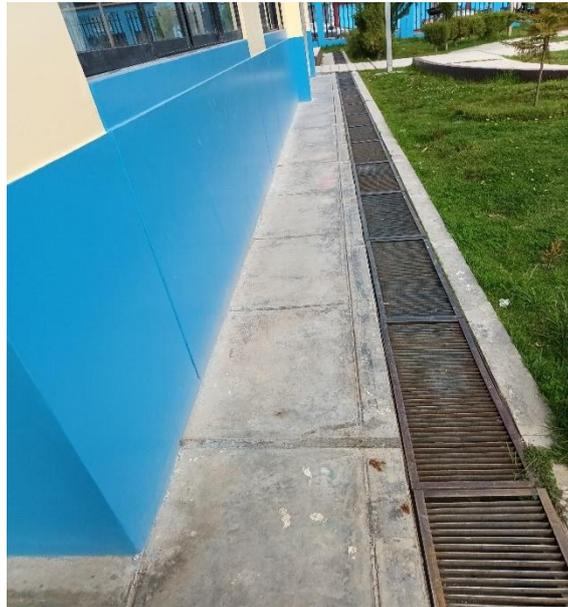
Bloque 1 parte exterior posterior



Nota. Panel fotográfico bloque 1 parte exterior posterior

Figura 53

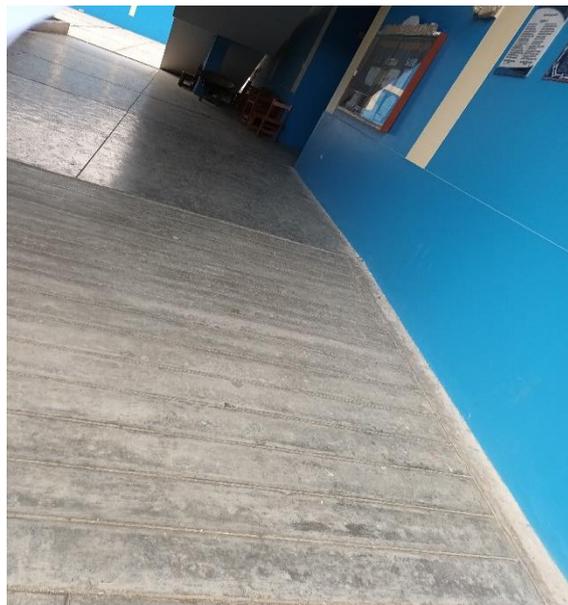
*Bloque 1 vista de pendiente de suelo
longitudinal*



Nota. Panel fotográfico bloque 1 vista
pendiente de suelo longitudinal

Figura 54

*Bloque 1 vista de pendiente de suelo
transversal*



Nota. Panel fotográfico bloque 1 vista de
pendiente de suelo transversal

Tabla 54

Evaluación posición del edificio y cimentación bloque 1

Evaluación	Clasificación
<p>El edificio se encuentra cimentado en terreno rocoso con una inclinación que varía entre el 10% y el 30%, o en terreno no consolidado con una pendiente que oscila entre el 10% y el 20%. El estudio de mecánica de suelos realizado indica un suelo de arcilla de mediana plasticidad, húmedo color amarillento y gris, tamaño menor a la malla N° 04, arenas (15.55%) y finos plásticos (84.01%), suelo colapsable en condiciones naturales (con humedad excesiva), compresibilidad alta y se puede esperar una actividad de contracción-expansión en tiempos de sequía, material del tipo CL. Se puede observar una ligera pendiente en la parte transversal.</p>	<p>B</p>

Nota. Parámetro Posición de Edificio y Cimentación

5. Diafragmas Horizontales

Figura 55

*Vista bloque 01 interior para evaluar
diafragma*



Nota. Panel fotográfico vista interior
bloque 1

Figura 56

*Vista bloque 01 exterior para evaluar
diafragma*



Nota. Panel fotográfico vista bloque 1
exterior

Tabla 55

Evaluación diafragmas horizontales bloque 1

Evaluación	Calificación
El bloque 1 es un edificio con diafragmas, que satisfacen las condiciones: tiene planos a desnivel y placas de concreto, La deformabilidad del diafragma es despreciable. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.	A

Nota. Parámetro Diafragmas Horizontales.

6. Configuración de planta

Tabla 56

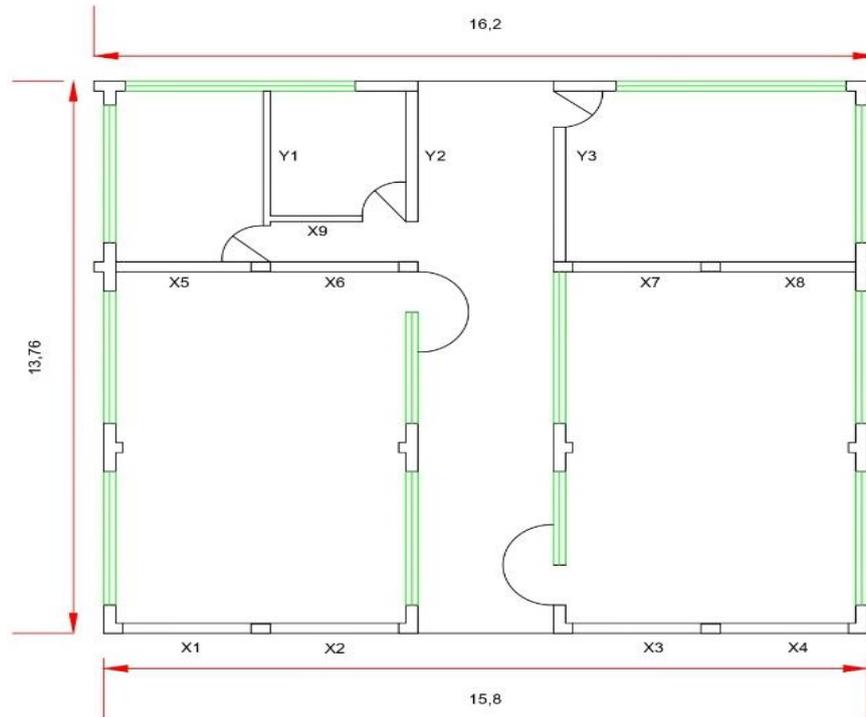
Configuración de la planta bloque 1

Configuración en planta	Valor (m)
Ancho de la Estructura	15.80
Largo de la Estructura	13.76
Medida de reducción de la construcción	0
$\beta_1 = a/L$	1.15

Nota. Dimensiones para análisis del parámetro configuración de planta.

Figura 57

Vista bloque 01 planta



Nota. Croquis vista bloque 1 configuración de planta

Tabla 57

Evaluación de configuración de planta bloque 1

Evaluación	Calificación
<p>El coeficiente obtenido al relacionar el ancho y el largo de la edificación es $\beta_1 = 1.15$, ubicándose en el cuarto nivel del parámetro. Para considerarse un edificio válido, debe cumplir con la condición de $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$</p>	A

Nota. Parámetro configuración de planta

7. Configuración en elevación

Tabla 58

Configuración en elevación bloque 01 piso 01 y piso 02

Descripción	Valor (m²)
Área zona de primer Nivel (A1)	217.608
Área zona de segundo Nivel (A2)	217.608
Variación de las áreas (ΔA)	0
$\Delta A/A1$	0%

Nota 01: Áreas de 1° nivel y 2° nivel para análisis de parámetro configuración en elevación

Tabla 59

Configuración en elevación bloque 1 piso 02 y piso 03

Descripción	Valor (m²)
Área zona de primer nivel (A2)	217.608
Área zona de segundo nivel (A3)	227.208
Variación de las áreas (ΔA)	9.6
$\Delta A/A3$	4.41%

Nota. Áreas de 2° nivel y 3° nivel para análisis de parámetro configuración en elevación

Figura 58

*Vista bloque 01 configuración de la
elevación lateral*



Nota. Panel fotográfico Vista bloque 1

Figura 59

Vista bloque 01 configuración de la elevación posterior



Nota. Vista bloque 01 configuración de la elevación posterior

Tabla 60

Evaluación de configuración en elevación bloque 1

Evaluación	Calificación
<p>Dado que no hay salientes o estructuras elevadas en el Bloque 01, el % de porche resulta 0% en la evaluación del piso 01 y piso 02 por lo que corresponde A estructura con $-\frac{\Delta M}{M} < 10\%$.</p>	A
<p>En la evaluación del piso 02 y 03 existen protuberancia o torretas en el Bloque 01, el % de porche resulta 4.41% que también corresponde A estructura con $-\frac{\Delta M}{M} < 10\%$</p>	

Nota. Parámetro configuración en elevación

8. Separación máxima entre muros

Para la evaluación de este parámetro, se debe considerar lo siguiente:

L: Espaciamiento máximo entre muros transversales

S: Espesor del muro

Ecuación 7

Separación máxima entre muros

$$\frac{L}{S} = \frac{3.78}{0.25} = 15.12$$

Nota. (Barbat, Oller, & Vielma, 2005)

Figura 60

Vista bloque 01 espaciamiento máximo entre muros transversales

Vista bloque 01 cubierta de techo vista interior



Nota. Panel fotográfico vista bloque 1 cubierta de techo

Figura 62

Vista bloque 01 cubierta de techo vista exterior



Nota. Panel fotográfico vista bloque 01 cubierta de techo vista exterior

Tabla 62

Evaluación tipos de cubierta bloque 1

Evaluación	Calificación
<p>Es evidente que la cubierta descansa sobre vigas de apoyo, tienen pendiente a dos aguas, los pórticos constan de tímpanos sobre los cuales se asientan vigas de madera de 3"x3" como soporte para la colocación de teja andina.</p> <p>Así mismo se observa que la cubierta está estable La cubierta está asegurada de manera adecuada a las paredes utilizando conexiones apropiadas como tornillos o alambres, lo cual garantiza un comportamiento rígido del diafragma. Además, se ha provisto de refuerzo en las vigas y se ha mantenido una distancia entre ellas que no es excesiva. La cubierta plana está correctamente asegurada y apoyada en la estructura de la losa aligerada de la cubierta.</p>	<p>A</p>

Nota. Parámetro tipos de cubierta

10. Elementos no estructurales

Tabla 63

Evaluación elementos no estructurales bloque 1

Evaluación	Calificación
<p>La construcción carece de salientes arquitectónicos o elementos de protección en los bordes. No se observan parapetos en ningún lugar, ni balcones</p>	<p>A</p>

Nota. Parámetro elementos no estructurales

Figura 63

Vista bloque 01 interior pasadizo que conecta aulas



Nota. Panel fotográfico vista bloque 1 interior

Figura 64

Vista bloque 01 exterior sin cornisas y balcones



Nota. Panel fotográfico vista bloque 01 exterior sin cornisas y balcones

11. Estado de la conservación:

Figura 65

Vista bloque 01 vista interior de aulas 1° piso



Nota. Panel fotográfico vista bloque 01 vista interior

Figura 66

Vista bloque 01 vista interior de aulas 2° piso



Nota. Panel fotográfico vista bloque 01 vista interior de
aulas 2° piso

Figura 67

Vista bloque 01 interior de ambientes 3° Piso



Nota. Panel fotográfico vista bloque 01 interior de ambientes
3° Piso

Tabla 64

Evaluación estado de conservación bloque 1

Evaluación	Calificación
La mayoría de los muros construidos con albañilería se encuentran en óptimas condiciones según el parámetro A. Los muros de mampostería están en buen estado, sin presentar daños visibles.	A

Nota. Parámetro estado de la conservación

Tabla 65

Índice de vulnerabilidad del bloque 1 de la I.E. 80779 “La Inmaculada”

Parámetros	Clase K_i				Peso			Índice de vulnerabilidad
	A	B	C	D	W_i	K_{wi}	Vulnerabilidad	
1. Organización del sistema resistente	0				1.00	0	A	Vulnerabilidad baja
2. Calidad del sistema resistente		5			0.25	1.25	B	Vulnerabilidad media-baja

3. Resistencia convencional		45	1.50	67.5	D	Vulnerabilidad alta
4. Posición del edificio y cimentación	5		0.75	3.75	B	Vulnerabilidad media-baja
5. Diafragmas horizontales	0		1.00	0	A	Vulnerabilidad baja
6. Configuración en planta	0		0.50	0	A	Vulnerabilidad baja
7. Configuración en elevación	0		1.00	0	A	Vulnerabilidad baja
8. Distancia máxima entre los muros	5		0.25	1.25	B	Vulnerabilidad media-baja
9. Tipo de cubierta	0		1.00	0	A	Vulnerabilidad baja
10. Elementos no estructurales	0		0.25	0	A	Vulnerabilidad baja
11. Estado de conservación	0		1.00	0	A	Vulnerabilidad baja
Índice de vulnerabilidad					73.75	Media baja

Nota. Detalle de resultados de análisis de vulnerabilidad

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como objetivo general se planteó: determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada Código de Local N° 580730 en el Distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023. Al respecto Yépez, Barbat, & Canas (1995) indicaron que es el grado de daño experimentado por una estructura es la magnitud de los deterioros o afectaciones que ha sufrido, resultado de un terremoto o sismo con características propias, conocido como vulnerabilidad, en un evento sísmico se clasifica como “más vulnerables” y “menos vulnerables”. Asimismo, en la investigación se evaluó la vulnerabilidad del Módulo 01 Bloque 01 Nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada mediante los 11 parámetros del método Benedetti Petrini y las 4 clases de índice de vulnerabilidad **obteniendo un intervalo de clase de vulnerabilidad de 73.75 que se ubica en el intervalo de 71 hasta 141 vulnerabilidad media baja índice de vulnerabilidad “B” en módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03, el parámetro que obtuvo la más baja calificación es resistencia convencional calificación D vulnerabilidad alta** .

Pecori & Cruz (2018), analizo la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Emblemática San Juan de la Ciudad de Trujillo señalando en su investigación que la vulnerabilidad de la estructura se clasifica como moderada a baja, siendo los parámetros de configuración en planta, configuración en elevación y distancia máxima entre muros los que obtuvieron las calificaciones más bajas. Por otro lado, Aguilar & Mudarra (2018) en su investigación para medir la vulnerabilidad en la I.E. Liceo Trujillo indicaron que el 75% de los pabellones antiguos evaluados obtuvieron una vulnerabilidad sísmica media alta y un 25% para los pabellones modernos con una vulnerabilidad media – baja. En este sentido, de la teoría y resultados se pudo constatar que en el análisis de vulnerabilidad de instituciones

educativas estas por lo general se ubican en vulnerabilidad media baja en el caso de estudio módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de la IE 80779 “La Inmaculada” es de vulnerabilidad baja.

Como primer objetivo específico se planteó realizar el estudio de suelos para determinar la capacidad portante del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión. Al respecto Becerro (2020) determino las características físicas y mecánicas con el propósito de mejorar la calidad del suelo, la capacidad de carga del suelo, que se expresa en términos de CBR (California Bearing Ratio), considera que el suelo se encuentra al 95% de su máxima densidad seca, los niveles de humedad se desviaban significativamente del contenido óptimo de humedad, el criterio de Boussinesq profundidad 0.1 kg/cm², la profundidad calculada es de 65.0 cm siendo esta referencial para determinar el espesor de mejoramiento de suelo, logrando establecer los sectores de relleno a mejorar en los suelos en un espesor mínimo de 0.50. En este estudio de investigación se realizaron los siguientes ensayos estándares como son Contenido de humedad 41.39%, según ASTM D2216; granulometría, según ASTM D6913 tenemos % grava 0.44%, % arena 15.55%, % fino 84.01%, 99.56% tamiz N° 4, 88.48% tamiz N° 40, 84.01% tamiz N° 200, D10 NP, D30 NP, D60 NP; límite líquido 45, según ASTM D4318; límite plástico 26, índice plasticidad 19, según ASTM D4318; clasificación de suelos SUCS naturaleza: suelo de partículas finas, tipo: suelo de partículas finas, descripción: arcilla media plasticidad con arena, clasificación: arcilla media plasticidad con arena CL, según ASTM D2487, clasificación de suelos AASHTO naturaleza: material limoso-arenoso, tipo: pobre a malo como subgrado, índice de grupo (IG): 17, descripción: suelo arcilloso, clasificación: suelo arcilloso A-7-6(17), índice

de consistencia (Ic) 0.19, índice de liquidez (IL) 0.81, índice de compresibilidad (Cc) 0.32, índice de flujo (IF) 12.08, índice de tenacidad (IT) 1.57, capacidad admisible detalle de zapata cuadrada desplante (Df m) 1.00 m q_{adm} 0.51-0.52 kg/cm²; 1.50 m q_{adm} 0.67-0.68 kg/cm²; 2.00 m q_{adm} 0.76-0.77 kg/cm²; 2.50 m q_{adm} 0.86 kg/cm²; 3.00 m q_{adm} 0.95 kg/cm².

Como segundo objetivo específico se planteó evaluar los elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión. Al respecto Aldana & Pilco (2020) determinaron la resistencia al concreto utilizando dos métodos el ensayo de esclerómetro 291.45 kg/cm² y el ensayo de perforación con diamantina 275.4 kg/cm², lo que evidencio que que el uso del método no destructivo del esclerómetro no es tan preciso como el ensayo de testigos circulares de concreto, pero puede ser un método viable para estudios y análisis. En el caso de los ensayos realizados al módulo en estudio obtubimos valores en el nivel 03 elemento E-01 3° piso pórtico A-A viga - 303 (25X60) de 343.55 kg/cm², elemento E-02 3° piso pórtico A-A placa P01 226.50 kg/cm², elemento E-03 3° piso pórtico C-C viga - 305 (25X60) 316.51 kg/cm², elemento E-04 3° piso pórtico C-C placa P03 291.51 kg/cm²; para el nivel 02 de elemento E-05 2° piso pórtico B-B viga - 204 (25X40) 243.09 kg/cm², elemento E-06 2° piso pórtico B-B columna C03 297.35 kg/cm², elemento E-08 2° piso pórtico C-C viga - 205 (25X60) 252.89 kg/cm², elemento E-09 2° piso pórtico C-C placa P03 230 kg/cm², elemento E-07 2° piso pórtico D-D viga - 206 (25X50) 222.39 kg/cm²; para el nivel 01 de elemento E-12 1° piso pórtico A-A viga - 103 (25 X 40) 198.09 kg/cm², elemento E-11 1° piso pórtico A-A placa P01 240.30 kg/cm², elemento E-12 1° piso pórtico

C-C viga - 105 (25 X 60) 222.39 kg/cm², elemento E-13 1° piso pórtico C-C placa P03 183.53 kg/cm². Basándonos en los resultados obtenidos, podemos concluir que la resistencia especificada en el expediente técnico, que es de 210 kg/cm², no concuerda con la resistencia analizada por esclerometría insitu que es promedio de 251.62 kg/cm², pero estos valores indica que la estructura se encuentra en buen estado y es capaz de proporcionar seguridad.

Como tercer objetivo específico se planteó determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en el módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión. Al respecto Hernández (s.f.) señala que el enfoque de evaluación de vulnerabilidad utilizado es el método del índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini 1982, que evalúa los diversos aspectos de las estructuras señalando las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. señala que los parámetros evaluados mediante esta metodología consideran 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 calificados individualmente en una escala numérica. Se evaluó la vulnerabilidad del módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 “La Inmaculada” mediante los 11 parámetros del método Benedetti Petrini; obteniendo como resultados y estado de conservación teniendo un índice de vulnerabilidad A. Los parámetros de media-baja vulnerabilidad la calidad del sistema resistente, posición del edificio y cimentación, distancia máxima entre los muros teniendo un índice de vulnerabilidad B. Parámetro de vulnerabilidad alta la resistencia convencional teniendo un índice de vulnerabilidad D. Por otro lado, Cochon (2020) en su estudio de investigación midió el índice de vulnerabilidad en la I.E

2051 Carabayllo indicando que se observa un nivel de deterioro más significativo en las bases de las columnas, en comparación con el método Benedetti Petrini que no presenta restricciones para su aplicación en el estudio de infraestructuras educativas. También tenemos a Garcés (2017), en su investigación de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos señaló que las carencias en elementos no estructurales, como la falta de dinteles de concreto en las aberturas de puertas y ventanas, pueden ocasionar daños significativos en dichos elementos. En este sentido, podemos analizar que los parámetros configuración en elevación, distancia máxima entre muros y estado de conservación tienen un impacto considerable en la vulnerabilidad de un establecimiento educativo. Al respecto Hidalgo E. (2019) presenta la clasificación para un índice de vulnerabilidad media alta que se ubiquen entre 142 – 211 de puntaje dichas edificaciones, existen edificaciones con una alta probabilidad de colapso total o que sufren daños estructurales severos, lo cual puede resultar en lesiones graves e incluso riesgo de muerte para sus ocupantes. Por otro lado, aquellas clasificadas en el rango de 71 a 141 presentan una vulnerabilidad media baja. Estas estructuras son propensas a sufrir daños significativos, aunque no lleguen a colapsar completamente, es peligrosa su utilización a menos que sean rehabilitadas, debido a producir accidentes por caídas de bloques de albañilería o de concreto. Se obtuvo como resultado al evaluar mediante las 4 clases de índice de vulnerabilidad; 73.75 de índice de vulnerabilidad media baja “B” del bloque 01 en estudio. Por otro lado Echeverría & Monroy (2021), en su investigación al medir la vulnerabilidad en edificaciones de mampostería no reforzada mediante el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini en 254 edificaciones se obtuvo grado de vulnerabilidad baja lo que implicaba que ciertos elementos de tipo no estructural, como: humedad, corrosión, desprendimientos, suciedad en fachadas, oxidación,

erosión; provocan que la estructura presente un comportamiento irregular ante la ocurrencia de un sismo. Del análisis se puede indicar que la Institución educativa posee una infraestructura segura.

Limitaciones

La Institución Educativa N° 80779 “La Inmaculada” cuenta con un horario atención a niños de primaria por la mañana de 07:00h a 12.30h y atención a alumnos de secundaria por la tarde 12:45h a 18:45h de lunes a viernes, los días sábado el colegio sede algunos ambientes para uso de academias, taller y otros desde las 07:00h hasta las 19:00horas; por lo que tuve la limitante de poder realizar la investigación de manera continua con visitas INSITU al módulo y bloque en análisis, debido a que solo podía aprovechar los feriados y domingos.

Con el tema de documentación sobre planos, proyectos de mejoramiento de la Institución Educativa tuve que requerir en muchas ocasiones a la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión, lo que me dificultó el tiempo de desarrollo de la presente tesis, debido al sistema burocrático que posee.

También solicité al director de la Institución Educativa autorización para poder realizar los estudios de análisis de esclerometría y diamantina, estudio de mecánica de suelos, a lo que tuve la limitante de que solo se me concedió el permiso de realizar los estudios de esclerometría y mecánica de suelo, limitando mi estudio de tesis debido a que no se permitió intervenciones con estudio de diamantina. Así mismo tuve la limitante del laboratorio que me permita avalar los estudios realizados, tuve que realizar muchas coordinaciones, esperas para poder conseguir realizar los estudios de esclerometría y mecánica de suelos.

También tuve limitante en el tiempo por la recarga laboral que tengo en la empresa donde laboró, el horario que no es flexible al ritmo de mi tesis, también temas familiares y otros.

Implicancias

En el estudio de mi tesis tuve la implicancia de recurrir a las normas técnicas avaladas en Perú para el caso de análisis de sismorresistencia tuve que recurrir a la Norma Técnica E030, para el tema de cargas tuve que recurrir a la Norma Técnica E020, para el tema de concreto armado tuve que recurrir a la Norma Técnica E060, para el tema de albañilería tuve que recurrir a la Norma Técnica E070, así mismo para poder seguir un orden en la sistematización del formato de mi tesis tuve que recurrir a la Guía de Ingeniería UPN 2018. La información que he podido recabar en la parte introductoria y otros puntos desarrollados de la presente tesis tuve la implicancia de recurrir a investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica analizando varios artículos de revistas, tesis y otros.

Conclusiones

Se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 “La Inmaculada” en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023, **se obtuvo una vulnerabilidad sísmica en un intervalo de clase de vulnerabilidad de 73.75 que se ubica en el intervalo de 71 hasta 141 vulnerabilidad media baja índice de vulnerabilidad “B” en módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03, el parámetro que obtuvo la más baja calificación es resistencia convencional calificación D vulnerabilidad alta**, sin embargo es importante considerar que en el módulo 01 bloque 01 niveles 01, 02 y 03 no se ha podido realizar estudios de diamantina en elementos estructurales, porque no se pudo conseguir la autorización por parte de la institución educativa, por lo que corresponde más adelante realizar en futuras investigaciones este análisis para poder determinar este indicador y dar la seguridad de que ante un evento sísmico la infraestructura no sea vulnerable a colapso.

Se realizó el estudio de suelos para determinar la capacidad portante del módulo 01

nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, obteniendo contenido de humedad 41.39%, según ASTM D2216; granulometría, según ASTM D6913 tenemos %grava 0.44%, %arena 15.55%, %fino 84.01%, tamiz N° 4 99.56%, tamiz N° 40 88.48%, tamiz N° 200 84.01%, D10 NP, D30 NP, D60 NP; límite líquido 45, según ASTM D4318; límite plástico 26, índice plasticidad 19, según ASTM D4318; clasificación de suelos SUCS naturaleza: suelo de partículas finas, tipo: suelo de partículas finas, descripción: arcilla media plasticidad con arena, clasificación: arcilla media plasticidad con arena CL, según ASTM D2487, clasificación de suelos AASHTO naturaleza: material limoso-arenoso, tipo: pobre a malo como subgrado, índice de grupo (IG): 17, descripción: suelo arcilloso, clasificación: suelo arcilloso A-7-6(17), índice de consistencia (Ic) 0.19, índice de liquidez (IL) 0.81, índice de compresibilidad (Cc) 0.32, índice de flujo (IF) 12.08, índice de tenacidad (IT) 1.57, capacidad admisible detalle de zapata cuadrada desplante (Df m) 1.00 m qadm 0.51-0.52 kg/cm²; 1.50 m qadm 0.67-0.68 kg/cm²; 2.00 m qadm 0.76-0.77 kg/cm²; 2.50 m qadm 0.86 kg/cm²; 3.00 m qadm 0.95 kg/cm².

Se evaluó los elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión. nivel 03 elemento E-01 3° piso pórtico A-A viga - 303 (25X60) de 343.55 kg/cm², elemento E-02 3° piso pórtico A-A placa P01 226.50 kg/cm², elemento E-03 3° piso pórtico C-C viga - 305 (25X60) 316.51 kg/cm², elemento E-04 3° piso pórtico C-C placa P03 291.51 kg/cm²; para el nivel 02 de elemento E-05 2° piso pórtico B-B viga - 204 (25X40) 243.09 kg/cm², elemento E-06 2° piso pórtico B-B columna C03 297.35 kg/cm², elemento E-08 2° piso pórtico C-C viga -

205 (25X60) 252.89 kg/cm², elemento E-09 2° piso pórtico C-C placa P03 230 kg/cm², elemento E-07 2° piso pórtico D-D viga - 206 (25X50) 222.39 kg/cm²; para el nivel 01 de elemento E-12 1° piso pórtico A-A viga - 103 (25 X 40) 198.09 kg/cm², elemento E-11 1° piso pórtico A-A placa P01 240.30 kg/cm², elemento E-12 1° piso pórtico C-C viga - 105 (25 X 60) 222.39 kg/cm², elemento E-13 1° piso pórtico C-C placa P03 183.53 kg/cm².

Se determinó la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en el módulo 01 bloque 01 de la institución educativa N° 80799 “La Inmaculada” distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, se obtuvo **una vulnerabilidad sísmica en un intervalo de clase de vulnerabilidad de 73.75 que se ubica en el intervalo de 71 hasta 141 vulnerabilidad media baja índice de vulnerabilidad “B”**, por lo que se puede concluir que la infraestructura en análisis es propensa de ocurrir posibles daños importantes que a pesar que no se derrumbe es peligrosa a menos que se someta a un proceso de rehabilitación.

Se identificó el índice de vulnerabilidad de bloques estructurales de la institución educativa N° 80730 del caserío del Olivo distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, en el módulo 01 bloque 01 de la institución educativa N° 80799 “La Inmaculada” distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, el parámetro que obtuvo la más baja calificación es **resistencia convencional calificación D vulnerabilidad alta**, cabe señalar también que los parámetros que obtuvieron **calificación B vulnerabilidad media baja son calidad del sistema resistente; posición del edificio y cimentación; distancia máxima entre los muros**, por lo que se puede concluir que la infraestructura educativa en análisis debe corregir estos parámetros estructurales para minimizar riesgos ante eventos sísmicos

futuros, ya que es propensa a causar accidentes debido a la caída de bloques de albañilería o concreto.

Recomendaciones

Es de vital importancia en ingeniería civil realizar investigaciones sobre el tema de vulnerabilidad sísmica en infraestructuras, investigación que en el caso de la presente tesis fue enfocado a una institución educativa, teniendo que realizar estas intervenciones principalmente a las infraestructuras en riesgo o vulnerables a eventos sísmicos, antigüedad de construcción u otros. Esto implica monitorear el debilitamiento de elementos estructurales y no estructurales que puedan poner en riesgo la vida del alumnado, personal administrativo, padres de familia y docentes tanto de los niveles de inicial, primaria y secundaria durante un evento sísmico.

Además por parte de las autoridades en este caso el Ministerio de Educación- MINEDU, Programa Nacional de Infraestructura Educativa – PRONIED, La Gerencia Regional de Educación- GRE, Unidades de Gestión Educativa Local-UGELs deben fortalecer la infraestructura existentes de todas las instituciones educativas de su jurisdicción con programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo de ser necesario en entidades públicas y en caso de entidades privadas una supervisión permanente de la infraestructura privada de instituciones educativas, basándose en estos resultados de evaluación de vulnerabilidad deben identificar y priorizar acciones para mejorar las existentes infraestructuras e inclusive tomar el tema de prevención en la formulación de expedientes técnicos para la ejecución de nuevas infraestructuras. Esto incluiría mejoras estructurales como: la intervención en reforzamiento de columnas, placas, vigas, muros, techos, etc; para ello recomiendo tomar en cuenta los once parámetros que aplica el método de índice de

vulnerabilidad de Beneditti Petrinni, así mismo actualizar los sistemas estructurales, como instalaciones eléctricas, sanitarias, gas, etc.

Como función de estos entes de gobierno deben ejecutar planes de emergencia y evacuación en caso de desastres y mejorar la redacción de los ya existentes como son los planes de gestión de riesgos y desastres, ya que siendo de vital importancia incluir rutas de evacuación, lugares y zonas seguras, tener designado responsables de gestión de riesgos y desastres como medida de contingencia en caso de algún evento.

También recomiendo que estos entes de gobierno precisados deben incorporar en los presupuestos anuales asistencia técnica a sus empleados y alumnado, llevando cursos de capacitación de forma recurrente para transmitir temas de prevención en caso de siniestros, en la medida de salvaguardar la vida del personal y alumnado. También recomiendo sensibilizar a la población sobre temas de simulacros y respuesta ante un evento sísmico y como algo fundamental plantear la verificación no solo de infraestructuras educativas sino también de viviendas, edificios, etc.; como el estudio de vulnerabilidad sísmica llevado a cabo en esta investigación.

Referencias

- Aguilar, G., & Mudarra, C. (2018). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la IE Liceo Trujillo 2018 [Tesis de tipo pregrado, Universidad Privada del Norte]. Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14814>
- Aguilar, G., Reinoso, E., & Niño, M. (2018). Comportamiento sísmico de fachadas prefabricadas de concreto del tipo “piso a piso”. *Ingeniería sísmica*, 77-94. Obtenido de 10.18867/ris.98.491
- Aldana, L., & Pilco, E. (2020). Análisis comparativo de la resistencia del concreto en muros de contención por esclerómetro y rotura de cilindros en el distrito de ciudad Nueva, Tacna. [Tesis de tipo pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Tacna, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1543/Aldana-Cutipapilco-Mamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación - Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Episteme. Obtenido de https://issuu.com/fidiasgerardoarias/docs/fidias_g._arias._el_proyecto_de_inv_896991d0bdcefe
- Artu, D. (s.f.). *Metodología de la investigación*. [Pearson HispanoAmerica Contenido]. Obtenido de <https://upn.vitalsource.com/books/9786073244336>
- Barbat, H., Oller, S., & Vielma, J. (2005). *Cálculo y diseño sismorresistente de edificios. Aplicación de la norma NCSE-02*. (B. A.H., Ed.) Centro Internacional de Métodos

- Numéricos en Ingeniería. Obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/28500/MIS56.pdf>
- Becerro, H. (2020). Análisis y estudios de suelos y su aplicación para el mejoramiento del Tramo 19 de una carretera en la provincia de Coronel Portillo Ucayali 2018. [Tesis de tipo pregrado, Universidad Privada del Norte]. Ucayali, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25114/Becerra%20Tello%2c%20Hammer%20Omar.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Becerra, J., & Caruanambo, G. (2021). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica mediante el Método de Índice De Vulnerabilidad de la I.E. N° 055 María Isabel Rodríguez Urrunaga Cajamarca 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]* Metabuscador UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28239/Becerra%20Moro%2c%20Jean%20Paul%20-%20Caruanambo%20Cortez%2c%20Guillermo%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bensoula, M., Missoum, H., & Bendani, K. (2018). Liquefaction potential sand-silt mixtures under static loading. *Revista de la construcción. Escuela de Construcción Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile*, 17(2), 196-208. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.2.196>
- Bermudez, L., & Piscocoya, D. (2021). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Autoconstruidas en Buenos Aires, Distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]* Metabuscador UPN. Obtenido de

file:///C:/Users/ROSA/Downloads/Bermudez%20Chavez,%20Luis%20Anthony-
Piscoya%20Polo,%20Derick%20Alberto.pdf

Carhuachin, J. (2021). *Evaluacion de la Vulnerabilidad Sismica en las Viviendas de Adobe del Asentamiento Humano Virgen del Socorro II Mz. 1,2,3 del Distrito de La Esperanza – La Libertad, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]* Metabuscador UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30374/Carhuachin%20Laureano%20Jhon%20Kenedy-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo, W., Palma, G., & Moncayo, H. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la tapia en Pasto (Nariño, Colombia). Caso Teatro Imperial - Ingeniería y Patrimonio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 77-88. Obtenido de <https://doi.org/10.31908/19098367.3816>

Cochon, H. (2020). Mejoramiento del Método Benedetti Petrini en el Índice de Vulnerabilidad Sísmica y su aplicación en la Institución Educativa 2051-Carabayllo. Lima 2020 [Tesis de tipo pregrado, Universidad Privada del Norte]. Carabayllo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27347>

Contreras, J., Garzón, Y., Gómez, A., & Misle, R. (2018). Integración entre Building Information Modeling Y. *Ingeniería. Pontificia Universidad Javeriana*, 22(3), 1-16. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46759491001>

Crisafulli, F. (2018). *Diseño sismorresistente de Construcciones de Acero* (5° Edición ed.). Asociación Latinoamericana del Acero - ALACERO. Recuperado el 10 de Septiembre de 2021, de

https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/disenio_sismorresistente_de_construcciones_de_acero-5ta_ed.pdf

Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. *Revista Politécnica*, 50(1), 55-64. Obtenido de <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>

Cutti, G. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa N° 32214-Albert Einstein en el distrito de Lircay, provincia de Angares [Tesis de tipo pregrado, Universidad Continental]. Lircay.

De la Cruz, J., & Yoctun, R. (2022). Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma e.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima. *Gaceta Técnica*, 23(1), 48-71. Obtenido de <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.5>

Del Carpio, F., & Vera, B. (2021). Management model with processes to identify seismic vulnerability in housing. *Revista ingeniería de construcción*, 36(3), 282-293. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.7764/ric.00003.21>

Díaz, D. (2018). La línea estratégica de mitigación del riesgo en los planes de manejo de los sitios de Patrimonio Mundial: propuesta de un sistema de indicadores y su aplicación en Italia. *Intervención (México DF)*, 9(17), 48-64. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-249X2018000100048&lng=es&tlng=es.

Echeverría, J., & Monroy, M. (2021). Aplicación del Método de índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de Edificaciones de Mampostería no reforzada en el Barrio Surinama [Tesis de tipo pregrado, Universidad Santo Tomás]. Surinama,

- Colombia. Obtenido de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33800/2021jenifferecheverri%CC%81a-alejandramonroy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ESCALE. (2023). *ESCALE - Estadísticas de la Calidad Educativa- Ministerio de Educación*. Obtenido de <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiie>
- Escamiroso, L., Arroyo, R., Ocampo, M., & Del Carpio, C. (2018). Evaluación sísmica en dos prototipos de vivienda rural construidos con bloques de concreto hueco, en Ocuilapa de Juárez, Chiapas, México. *Revista ingeniería de construcción*, 33(1), 29-40. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100029>
- Esparraga, G. (2021). *Correlación entre las Patologías y la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Adobe del Distrito de Llacanora, Cajamarca 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] Metabuscador UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30338/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcés, J. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno o dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali [Tesis de tipo de grado pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>
- Giménez, A., Olavarrieta, M., Acero, A., Chong, F., Ramones, K., & Reinoza, L. (2020). Estudio de la vulnerabilidad sísmica cualitativa en. *Gaceta Técnica*, 21(1), 64-75. Obtenido de <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31162.75209>
- González, L. (s.f.). *Ingeniería Geológica. [Universidad Privada del Norte]*. Pearson Prentice Hall. Obtenido de <https://upn.vitalsource.com/books/9788420531045>

- Guzmán, J., Williams, F., Riquer, G., Vargas, A., & Leyva, R. (2020). Fallas de licuación de suelos inducidas por el sismo de Tehuantepec del 7 de septiembre de 2017 (Mw 8.2) en la Ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, México. *Ingeniería sísmica*(102), 82-106. Obtenido de <https://doi.org/10.18867/ris.102.526>
- Hernández, M. (s.f.). Capítulo III Método del índice de Vulnerabilidad. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6222/04CAPITULO_3.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Herrera, R., Ramírez, A., & Ugel, R. (2016). Estudio de la respuesta sísmica y daño global de dos edificios irregulares de concreto armado. *Saber*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000200011&lang=es
- Herrera, R., Saba, M., Mendoza, E., & Ugel, R. (2016). Vulnerabilidad sísmica de un edificio aporticado de concreto armado de cinco niveles, con irregularidad en planta y variaciones en el diafragma de piso. *Saber*, 28(2), 304-311. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.phpscript=sci_arttext&pid=S1315-01622016000200013&lng=es&tlng=es.
- Hurtado, G., & Mayoral, J. (2020). Fragility curves for hardfill dams under seismic loading Curvas de fragilidad para presas de hardfill bajo carga sísmica. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(1), 132-168. Obtenido de <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-01-04>
- Iturburu, D., & Castro, J. (2021). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de los edificios de Guayaquil*. Texas, Estados Unidos de América.

- Jorquera, N., Ruiz, J., & Torres, C. (2017). Analysis of seismic design criteria of Santo Domingo Church, a Colonial Heritage of Santiago, Chile. *Revista de la construcción*, 16(3), 388-402. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.16.3.388>
- Manchado, J., & Quistan, J. (2021). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Autoconstruidas en el Distrito San Martín de Porres por Medio del Método EMS-98 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]* Metabuscador UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29749/Machado%20Monte%2c%20Juan%20Carlos%20-%20Quistan%20Jurado%2c%20Joel%20Armando%20-%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINEDU. (03 de Octubre de 2018). Resolución de Secretaria General N° 239-2018-MINEDU. 1-46. Lima, Perú. Obtenido de <http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rsg-n-239-2018-minedu-criterios-generales.pdf>
- Moreno, R., Gonzáles, R., Paz, J., Aguilar, J., & Del Carpio, C. (2020). Identificación de las zonas de mayor amplificación sísmica en la mancha urbana de Chiapa de Corzo, Chiapas como herramienta para evaluar la vulnerabilidad física por exposición. *Geofísica internacional*, 3(59), 135-154. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692020000300135&lng=es&tlng=es.
- MPSC. (Agosto de 2015). *Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión. Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Sanchez Carrion*. Obtenido de https://www.munihuamachuco.gob.pe/docs/capitulo_1_2_pat_feb_2016.pdf

- MPSC. (2015). *Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión. Plan de desarrollo Urbano de la ciudad de Huamachuco al 2024*. Obtenido de https://www.munihuamachuco.gob.pe/docs/capitulo_5a_pdu_feb_2016.pdf
- Munier, N., & Fernández, D. (2014). *Bases para la gestión de riesgos en proyectos*. Valencia, Spain: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/54054?page=9>.
- Oblitas, J. (2018). *Guía de Investigación Científica*. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería.
- Ordaz, A. (2020). Posible impacto socioeconómico por sismo de moderada magnitud. Aplicación a la ciudad de San Cristóbal, Cuba occidental. *Investigaciones geográficas*(102). Obtenido de <https://doi.org/10.14350/rig.59839>
- Pecori, C., & Cruz, O. (2018). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la I.E. Emblemática San Juan de la Ciudad de Trujillo [Tesis de tipo pregrado, Universidad Privada del Norte]. Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12867>
- Provincia de Sánchez Carrión. (9 de Junio de 2021). *En WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_S%C3%A1nchez_Carri%C3%B3n
- Ramírez, F. (5 de marzo de 2015). *Manuel del Investigador*. Obtenido de <https://manualdelinvestigador.blogspot.com/2015/03/tecnicas-de-investigacion.html>
- Requena, B. (2014). *Universo Formulas. Muestreo No Probabilístico*. Obtenido de <https://www.universoformulas.com/estadistica/inferencia/muestreo-no-probabilistico/>

- Santos, D. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017 [Tesis de pregrado, Universidad Continental]*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/266975184.pdf>
- Socarrás, Y., & Álvarez, E. (2021). Vulnerabilidad sísmica del sistema estructural prefabricado gran panel Soviético en edificios deteriorados y transformados. *Obras y proyectos*(30), 60-73. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132021000200060>
- Tavera, H. (1998). Mecanismo focal de terremotos en Perú y sismotecnia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. Recuperado el 10 de Septiembre de 2021, de <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/upnorte/87560?page=38>
- UDEP, B. (1996). Capítulo 5 Vulnerabilidad Sísmica. Obtenido de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_134_180_87_1230.pdf
- UPN. (2021). Taller de Tesis 1 2021-1 Elaboración de materiales e instrumentos, y verificación de cumplimiento de criterios de rigor científico. Videoconferencia 06. Universidad Privada del Norte. 1-53. Peru.
- Valcárcel, J. (2013). Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. Barcelona. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626377/AlvarezS_J.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Vélez, S., Zapata, J., & Henao, A. (Julio-diciembre de 2018). Gestión de Proyectos: origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones. *Entre Ciencia e Entre Ciencia e Ingeniería*, 12, 68-78. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/329668626_Gestion_de_Proyectos_origen_instituciones_metodologias_estandares_y_certificaciones

Vento, C. (s.f.). *Slide Player. Diseños de Investigación*. Obtenido de <https://slideplayer.es/amp/1018316/>

Yamila, S., & Álvarez, E. (2022). Limitaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica a edificaciones de hormigón en Santiago de Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 15(3), 1-12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193969257004>

Yépez, F., Barbat, A., & Canas, J. (1995). Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. *Monografías de Ingeniería Sísmica*. (A. H. Barbat, Ed.) Madrid, España. Obtenido de file:///C:/Users/ROSA/Downloads/MIS12.pdf

Zora, F., & Acevedo, A. (2019). Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. *Revista EIA*, 16(32), 195-207. Obtenido de <https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1035>

Anexos

Anexo N° 01. Ficha de recojo de información INSITU

Tabla 66

Ficha de recojo de información INSITU

Ficha de Recojo de Información INSITU		
1. Organización del sistema resistente		
2. Calidad del sistema resistente		
3. Resistencia convencional		
3.1 Número de pisos	N°	
3.2 Área total cubierta	At:	
3.3. Área resistente sentido x Ax		
	Área resistente sentido y Ay	
3.4. Resistencia cortante mampostería Tk		
3.5 Altura media de los pisos h		
3.6. Peso Específico mampostería Pm		
3.7. Peso por unidad de área diafragma Ps		
4. Posición del edificio y de la cimentación:		
5. Diafragmas horizontales:		
6. Configuración en planta: B1=a/L		B2=b/L <input type="text"/>
7. Configuración en elevación. Superficie porche %		
T/H	<input type="text"/>	$\Delta M/M$ <input type="text"/>
8. Distancia máxima entre los muros L/S		
9. Tipo de cubierta		
10. Elementos no estructurales		
11. Estado de conservación		

Nota. Ficha que se aplicó para realizar análisis de vulnerabilidad sísmica

Anexo N° 02. Matriz de Consistencia

Tabla 67

Matriz de consistencia

Título: "Vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023"

Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Dimensiones	Metodología
		General:			Tipo de investigación:
				Estudio de suelos	Descriptiva
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión?	La Evaluación de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco será alto grado de vulnerabilidad.	Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, 2023.	Vulnerabilidad sísmica	Ensayo de esclerometría Vulnerabilidad sísmica aplicando el método del índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini 1982	La población elegida son los 04 módulos de institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

Específicos:

1.- Realizar el estudio de suelos para determinar la capacidad portante del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

2.- Evaluar los elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría del módulo 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada con código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

3.- Determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en el módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de

Diseño:

La presente investigación es de **diseño no experimental**.

Muestra:

La muestra elegida para esta investigación está conformada por el módulo 01 bloque 01 nivel 01, 02 y 03 de la institución educativa N° 80779 La Inmaculada código de local N° 580730 en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión.

la institución educativa N°
80779 La Inmaculada con
código de local N° 580730 en el
distrito de Huamachuco,
Sánchez Carrión.

Técnica: revisión documental recolección de datos de campo	Técnica de muestreo: No probabilístico - por conveniencia.
<hr/> Instrumento: Ficha resumen, observación	
<hr/> Enfoque: Cualitativo	
<hr/> Propósito Aplicada	

Nota. Detalle de matriz de consistencia de esta investigación

Anexo N° 03. Panel fotográfico ensayos de esclerometría.

Figura 68

*Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A viga -103
(25X40) 1° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 69

*Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A placa
P01 - 1° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 70

*Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga -
105 (25X60) 1° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 71

Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa P03 1° piso



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 72

*Vista bloque 01 ensayos pórtico B-B viga -204
(25x40) 2° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 73

*Vista bloque 01 ensayos pórtico B-B columna
C03 2° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 74

*Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga -
205 (25x60) 2° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 75

*Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa
P03 2° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 76

*Vista bloque 01 ensayos pórtico D-D viga -
206 (25x50) 2° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 77

*Vista bloque 01 ensayos pórtico A-A viga -
303 (25x60) 3° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 78

*Vista bloque 01 ensayos piso pórtico A-A
placa P01 3° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 79

*Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C viga -
305 (25x60) 3° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

Figura 80

*Vista bloque 01 ensayos pórtico C-C placa
P03 3° piso*



Nota. Panel fotográfico bloque 01

ANEXO N° 03. Panel fotográfico del estudio de mecánica de suelos

Figura 81

Vista bloque 01 ensayos mecánica de suelos



Nota. Panel fotográfico bloque 01 análisis calicata

Figura 82

Vista bloque 01 calicata interior de la IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico bloque 01 análisis calicata

ANEXO N° 04. Panel fotográfico de la IE 80779 “La Inmaculada”

Figura 83

Vista de la fachada de la IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 84

Vista del lateral izquierdo de la IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 85

Vista del lateral derecho de la IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 86

Vista posterior de la IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 87

*Vista frontal del pabellón bloque 01, 02 y 03 de la IE 80779
“La Inmaculada”*



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 88

*Vista posterior del pabellón 01 bloque 01, 02 y 03 de la IE
80779 “La Inmaculada”*



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 89

Vista posterior del pabellón 02 IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Figura 90

Vista posterior del pabellón 03 y 04 IE 80779 “La Inmaculada”



Nota. Panel fotográfico de la visita INSITU a la institución educativa

Anexo N° 05. Ficha de análisis de vulnerabilidad llenada en la IE 80779 “La Inmaculada”

Figura 91

Formulario- método del índice de vulnerabilidad

FORMULARIO - MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Institución Educativa IE. 80779 "La Inmaculada"
Bloque 01
Fecha 17/01/2023

Ficha de Recojo de Información INSITU

1. Organización del sistema resistente	A	
2. Calidad del sistema resistente	B	
3. Resistencia convencional	D	
3.1 Número de pisos N°	03	pisos
3.2 Área total cubierta At:	662.43	m2
3.3. Área resistente sentido x Ax	207.20	m2
Área resistente sentido y Ay	81.08	m2
3.4. Resistencia cortante mampostería Tk	18	Ton/m2
3.5 Altura media de los pisos h	3.35	m2
3.6. Peso Específico mampostería Pm	1.8	Ton/m3
3.7. Peso por unidad de área diafragma Ps	0.4	Ton/m2
4. Posición del edificio y de la cimentación:	B	
5. Diafragmas horizontales:	A	
6. Configuración en planta: $B1=a/L = 1.15$	A	B2=b/L <input type="text" value="—"/>
7. Configuración en elevación. Superficie porche %	0% 4.41%	A
T/H	<input type="text" value="—"/>	<input type="text" value="—"/>
8. Distancia máxima entre los muros L/S = 15.2	B	
9. Tipo de cubierta	A	
10. Elementos no estructurales	A	
11. Estado de conservación	A	

Nota. Detalle de ficha de recojo de información INSITU

Anexo N° 06. Datos de la institución educativa

Tabla 68

Datos de la institución educativa

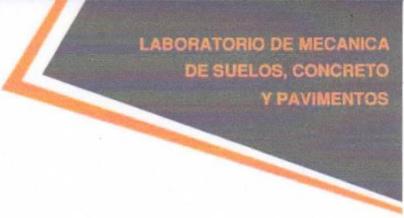
Institución educativa N° 80799 La Inmaculada	
Localización	Ciudad de Huamachuco
Ubicación local 580730	Intersección de las calles Jr. José Olaya, Av. Inca Garcilazo de la Vega y Jr. Estete S/N
Ubicación local 268904	Jr José Balta
Área geográfica	Urbana
Distrito	Huamachuco
Provincia	Sánchez Carrión
Departamento	La Libertad
Código de ubicación geográfica	130901
Código de DRE o UGEL que supervisa la I.E.	130010
Código modular	1438860 Secundaria 1311836 Inicial 0487629 Primaria
Forma	Escolarizado
Género	Mixto
Tipo de gestión	Pública de gestión directa
Gestión / Dependencia	Sector educación
Director	Hernán Campos Martínez
Latitud	-7.813337
Longitud	-78.04466

Nota. (ESCALE, 2023)

Anexo N° 07. Ensayo de esclerometría del bloque 01 IE 80779 “La Inmaculada”



TERRASLAB E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

RDR N°001-2023

**REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYO CON
ESCLERÓMETRO**

PROYECTO:

“VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA
EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022”

SOLICITA:
ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO

UBICACIÓN:

LOCALIZACIÓN: INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA
DISTRITO: HUAMACHUCO
PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RESPONSABLE:
TERRASLAB E.I.R.L.



Huamachuco, 20 de enero del 2023

R.U.C. N° 20605832688 terraslabi@gmail.com
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco 956 290 997



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 01: CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN DONDE SE REALIZÓ ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



1

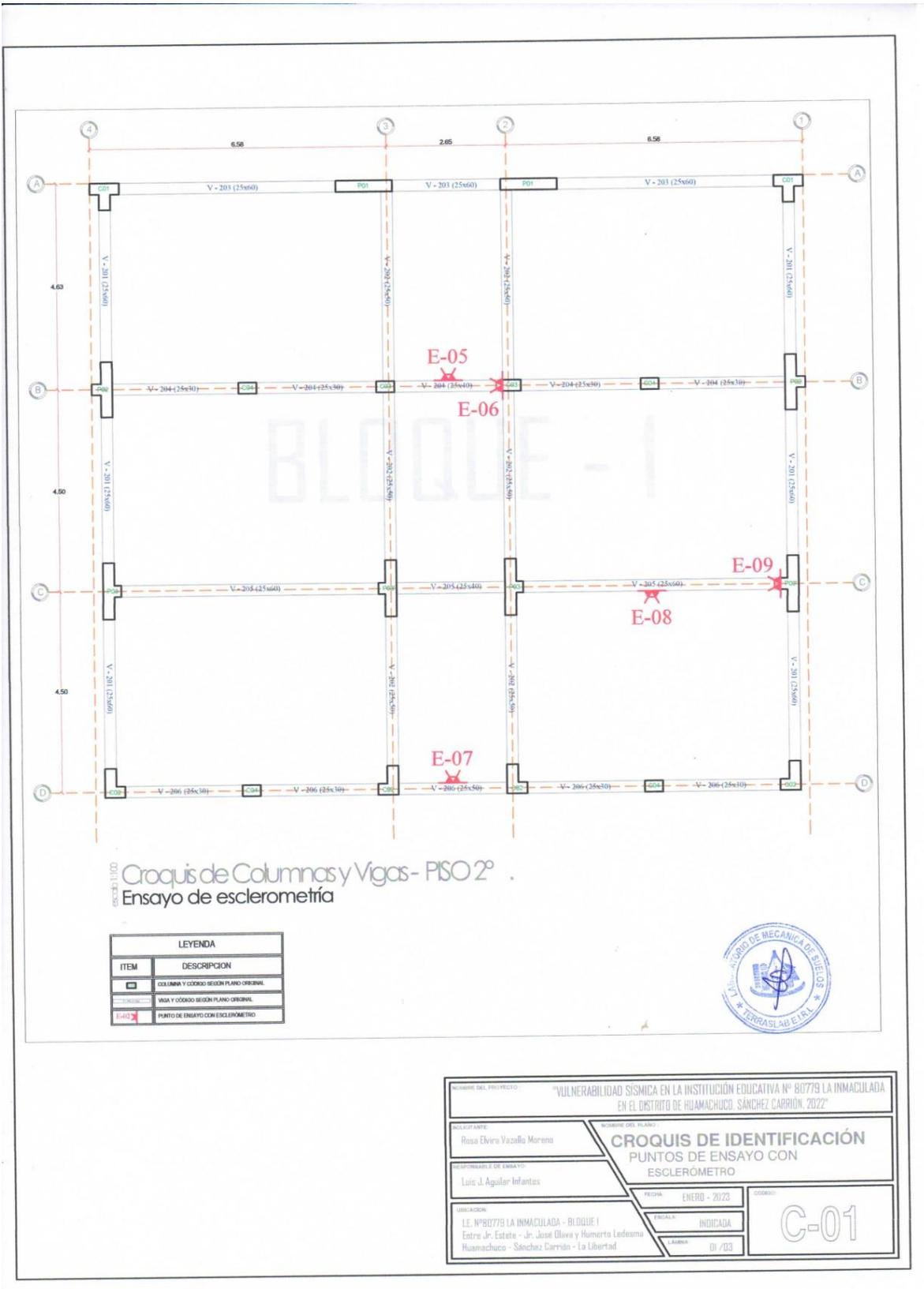
R.U.C. N° 20605832688

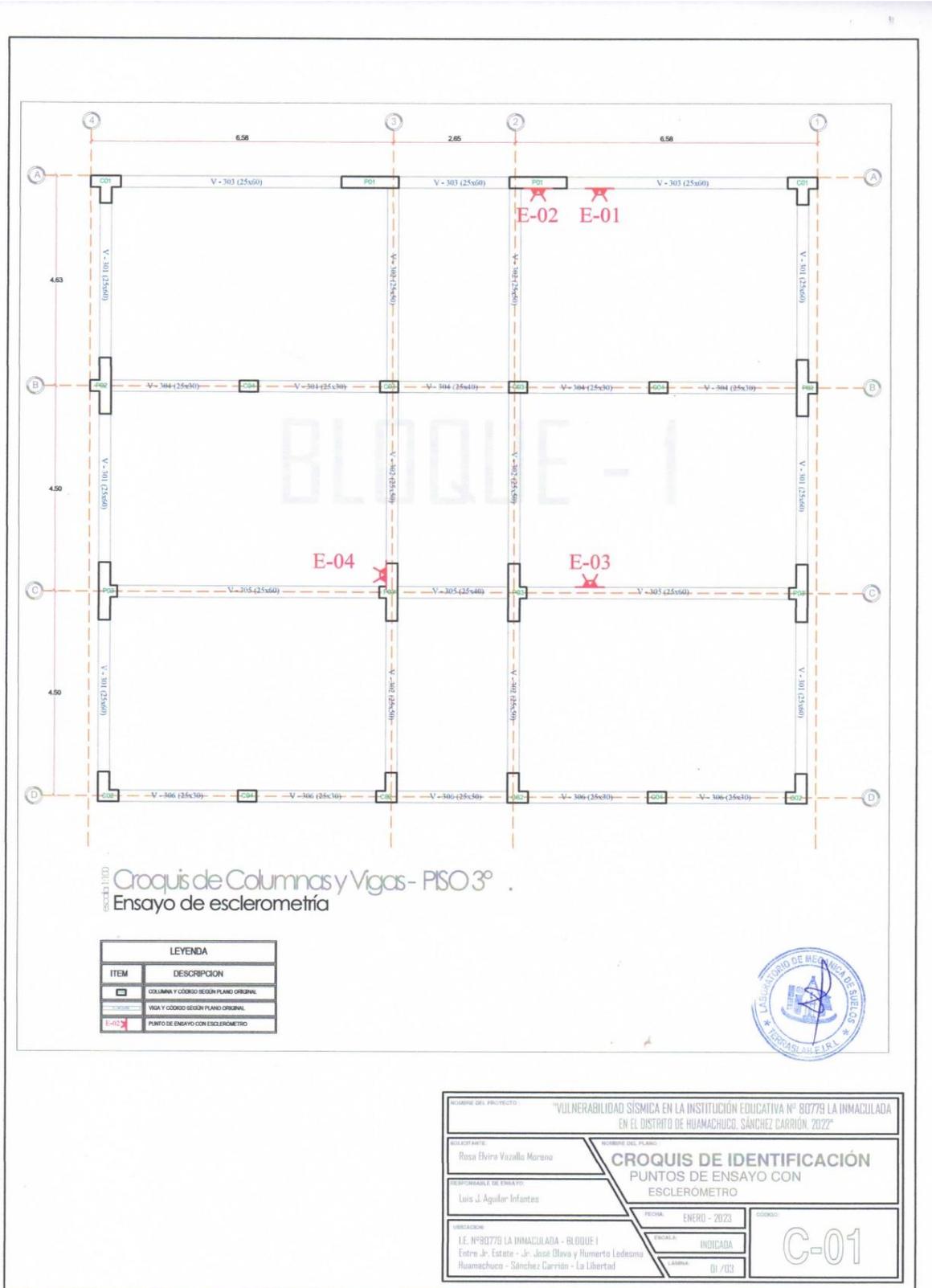
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

terraslabl@gmail.com

956 290 997









LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 02: REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



5

R.U.C. N° 20605832688

terraabl@gmail.com

Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

956 290 997

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO TL-IR-0001
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02		VERSIÓN 1
			REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TL20-LEM-001
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"

SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN

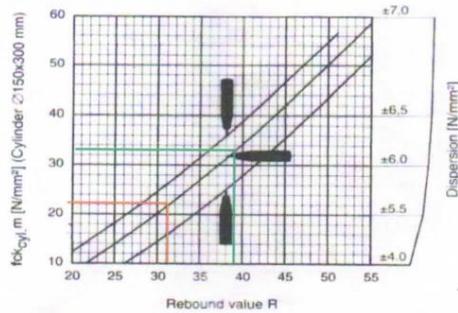
DISTRITO : HUAMACHUCO **BARRIO :** ---

ENSAYADO : LUIS J. AGUILAR INFANTES **FECHA :** 17/01/2023

LOCALIZACIÓN : I.E. N°80779 LA INMACULADA | BLOQUE 1 | 3° PISO | PÓRICO A-A **F. VACIADO :** N.E.

EDAD : N.D.

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Δ Respecto a la media	DES
E-01 3° PISO PÓRICO A-A VIGA - 303 (25 x 60)	1	1	40.0	39.5	40.0	34	343.55	0.00	NO
	2	1	41.0					-1.00	NO
	3	1	40.0					0.00	NO
	4	1	35.0					5.00	NO
	5	1	39.0					1.00	NO
	6	1	40.0					0.00	NO
	7	1	41.0					-1.00	NO
	8	1	40.0					0.00	NO
	9	1	39.0					1.00	NO
	10	1	40.0					0.00	NO
ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Δ Respecto a la media	DES
E-02 3° PISO PÓRICO A-A PLACA P01	1	1	31.0	31.4	31.0	22	226.50	0.40	NO
	2	1	31.0					0.00	NO
	3	1	27.0					4.00	NO
	4	1	31.0					0.00	NO
	5	1	30.0					1.00	NO
	6	1	36.0					-5.00	NO
	7	1	30.0					1.00	NO
	8	1	36.0					-5.00	NO
	9	1	28.0					3.00	NO
	10	1	34.0					-3.00	NO



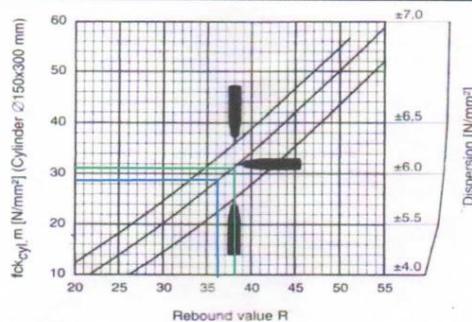
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES <small>TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 70273371</small>	 LUIS MARTÍN AKARLEY POMA <small>JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174302</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO TL-IR-0002
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02		VERSIÓN 1
			REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TL20-LEM-001
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"	
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO	CASERÍO : ---
ENSAYADO : LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA : 17/01/2023
LOCALIZACIÓN : I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 3° PISO PÓRTICO C-C	F. VACIADO : N.E.
EDAD : N.D.	

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-03 3° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 305 (25 x 60)	1	1	42.0	37.7	38.0	31	316.51	-4.00	NO
	2	1	35.0					3.00	NO
	3	1	38.0					0.00	NO
	4	1	38.0					0.00	NO
	5	1	38.0					0.00	NO
	6	1	38.0					0.00	NO
	7	1	35.0					3.00	NO
	8	1	35.0					3.00	NO
	9	1	38.0					0.00	NO
	10	1	40.0					-2.00	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-04 3° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	38.0	36.0	34.5	29	291.51	-3.50	NO
	2	1	34.0					0.50	NO
	3	1	33.0					1.50	NO
	4	1	34.0					1.50	NO
	5	1	39.0					-4.50	NO
	6	1	40.0					-5.50	NO
	7	1	33.0					1.50	NO
	8	1	34.0					0.50	NO
	9	1	40.0					-5.50	NO
	10	1	35.0					-0.50	NO



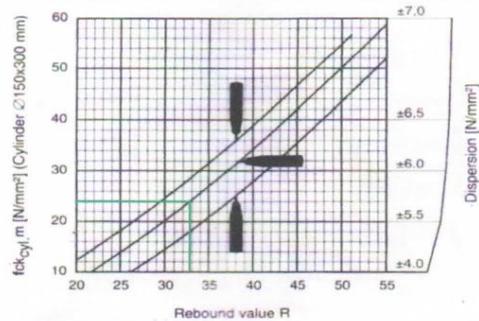
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL DIN N° 10275971	 LUIS MARTÍN ARARLEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO TL-IR-0003
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02		VERSIÓN 1
			REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TL20-LEM-001
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"	
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO	CASERÍO : ---
ENSAYADO : LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA : 17/01/2023
LOCALIZACIÓN : I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 2° PISO PÓRTICO B-B	F. VACIADO : N.E.
EDAD : N.D.	

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-05 2° PISO PÓRTICO B-B VIGA - 204 (25 x 40)	1	1	30.0	32.6	33	24	243.09	3.00	NO
	2	1	30.0					3.00	NO
	3	1	34.0					-1.00	NO
	4	1	33.0					0.00	NO
	5	1	30.0					3.00	NO
	6	1	32.0					1.00	NO
	7	1	33.0					0.00	NO
	8	1	33.0					0.00	NO
	9	1	37.0					-4.00	NO
	10	1	34.0					-1.00	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-06 2° PISO PÓRTICO B-B COLUMNA C03	1	1	35.0	36.4	37	29	297.35	2.00	NO
	2	1	37.0					0.00	NO
	3	1	37.0					0.00	NO
	4	1	37.0					0.00	NO
	5	1	36.0					1.00	NO
	6	1	36.0					1.00	NO
	7	1	37.0					0.00	NO
	8	1	38.0					-1.00	NO
	9	1	34.0					3.00	NO
	10	1	37.0					0.00	NO



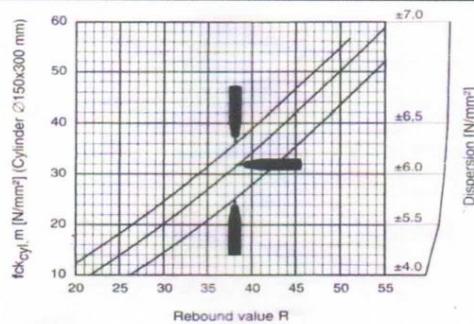
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES <small>TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL CIN N° 80779/1</small>	 LUIS MARTÍN BARILE GÓMEZ <small>Jefe de Laboratorio de Suelos INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174392</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓDIGO TL-IR-0004
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02	VERSIÓN 1
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
		REGISTRO N° TL20-LEM-001
		FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"	
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO	CASERÍO : ---
ENSAYADO : LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA : 17/01/2023
LOCALIZACIÓN : I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 2° PISO PÓRTICO C-C	F. VACIADO : N.E.
	EDAD : N.D.

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-08 2° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 205 (25 x 60)	1	1	33.0	33.3	33	25	252.89	0.00	NO
	2	1	32.0					1.00	NO
	3	1	33.0					0.00	NO
	4	1	33.0					0.00	NO
	5	1	34.0					-1.00	NO
	6	1	35.0					-2.00	NO
	7	1	30.0					3.00	NO
	8	1	34.0					-1.00	NO
	9	1	36.0					-3.00	NO
	10	1	33.0					0.00	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-09 2° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	32.0	31.7	32	23	230.62	0.00	NO
	2	1	32.0					0.00	NO
	3	1	30.0					2.00	NO
	4	1	33.0					-1.00	NO
	5	1	32.0					0.00	NO
	6	1	32.0					0.00	NO
	7	1	30.0					2.00	NO
	8	1	32.0					0.00	NO
	9	1	37.0					-5.00	NO
	10	1	27.0					5.00	NO



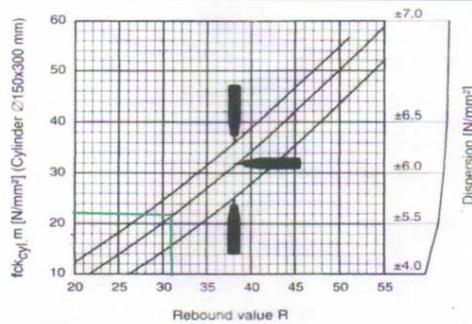
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES <small>TECNICO DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECANICOS BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 70273571</small>	 LUIS MARTÍN ÁLVAREZ PONCE <small>JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 114352</small>	

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO TL-IR-0005
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02		VERSIÓN 1
			REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TL20-LEM-001
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		FECHA DE REP. 07/07/2021	

PROYECTO :	"VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ GARRION, 2022"		
SOLICITANTE :	ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	CASERÍO :	---
ENSAYADO :	LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA :	17/01/2023
LOCALIZACIÓN :	I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 2° PISO PÓRTICO D-D	F. VACIADO :	N.E.
		EDAD :	N.D.

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-07 2° PISO PÓRTICO D-D VIGA - 206 (25 x 50)	1	1	33.0	31.1	32	22	222.39	-1.50	NO
	2	1	33.0					-1.50	NO
	3	1	28.0					3.50	NO
	4	1	33.0					-1.50	NO
	5	1	31.0					0.50	NO
	6	1	32.0					-0.50	NO
	7	1	29.0					2.50	NO
	8	1	32.0					-0.50	NO
	9	1	29.0					2.50	NO
	10	1	31.0					0.50	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
	1	1	0.0	0.0	0	N.I.	N.I.	0.00	NO
	2	1	0.0					0.00	NO
	3	1	0.0					0.00	NO
	4	1	0.0					0.00	NO
	5	1	0.0					0.00	NO
	6	1	0.0					0.00	NO
	7	1	0.0					0.00	NO
	8	1	0.0					0.00	NO
	9	1	0.0					0.00	NO
	10	1	0.0					0.00	NO



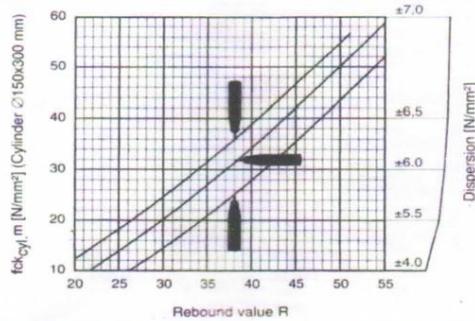
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CGC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 70273571	 LUIS MARTÍN ABRILEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174362	

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓDIGO TL-IR-0006
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02	VERSIÓN 1
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
		REGISTRO N° TL20-LEM-001
		FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO :	"VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ GARRION, 2022"		
SOLICITANTE :	ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	CASERÍO :	---
ENSAYADO :	LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA :	17/01/2023
LOCALIZACIÓN :	I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 1° PISO PÓRTICO A-A	F. VACIADO :	N.E.
		EDAD :	N.D.

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Δ Respecto a la media	DES
E-12 1° PISO PÓRTICO A-A VIGA - 103 (25 x 40)	1	1	30.0	29.3	30	19	198.09	0.00	NO
	2	1	28.0					2.00	NO
	3	1	31.0					-1.00	NO
	4	1	30.0					0.00	NO
	5	1	30.0					0.00	NO
	6	1	30.0					0.00	NO
	7	1	26.0					4.00	NO
	8	1	29.0					1.00	NO
	9	1	27.0					3.00	NO
	10	1	32.0					-2.00	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Δ Respecto a la media	DES
E-11 1° PISO PÓRTICO A-A PLACA P01	1	1	31.0	32.4	32	24	240.30	1.00	NO
	2	1	31.0					1.00	NO
	3	1	32.0					0.00	NO
	4	1	32.0					0.00	NO
	5	1	31.0					1.00	NO
	6	1	33.0					-1.00	NO
	7	1	31.0					1.00	NO
	8	1	35.0					-3.00	NO
	9	1	36.0					-4.00	NO
	10	1	32.0					0.00	NO



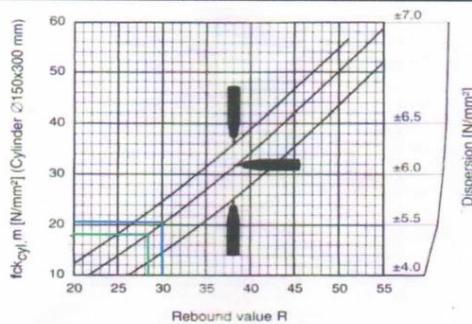
TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 70273971	 LUIS MARTÍN FARLEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174382	

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO TL-IR-0007
	STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE ASTM C805 - 02		VERSIÓN 1
			REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TL20-LEM-001
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		FECHA DE REP. 07/07/2021

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ GARRION, 2022"	
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO	CASERÍO : ---
ENSAYADO : LUIS J. AGUILAR INFANTES	FECHA : 17/01/2023
LOCALIZACIÓN : I.E. N°80779 LA INMACULADA BLOQUE 1 1° PISO PÓRTICO C-C	F. VACIADO : N.E.
EDAD : N.D.	

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-12 1° PISO PÓRTICO C-C VIGA - 105 (25 x 60)	1	1	32.0	31.1	31	22	222.39	-1.00	NO
	2	1	31.0					0.00	NO
	3	1	30.0					1.00	NO
	4	1	28.0					3.00	NO
	5	1	34.0					-3.00	NO
	6	1	31.0					0.00	NO
	7	1	32.0					-1.00	NO
	8	1	33.0					-2.00	NO
	9	1	30.0					1.00	NO
	10	1	30.0					1.00	NO

ELEMENTO	N° TOMA	CANTIDAD DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	f _c (N/mm ²)	f _c (kg/cm ²)	Δ Respecto a la media	DES
E-13 1° PISO PÓRTICO C-C PLACA P03	1	1	28.0	28.2	29	18	183.53	0.50	NO
	2	1	30.0					-1.50	NO
	3	1	26.0					2.50	NO
	4	1	29.0					-0.50	NO
	5	1	28.0					0.50	NO
	6	1	29.0					-0.50	NO
	7	1	29.0					-0.50	NO
	8	1	27.0					1.50	NO
	9	1	30.0					-1.50	NO
	10	1	26.0					2.50	NO



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS J. AGUILAR INFANTES TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS REG. INGENIERO CIVIL DIN N° 202759/11	 LUIS MARTÍN KARLEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174352	

Anexo N° 08 Ensayo de estudio de suelo del bloque 01 IE 80779 “La Inmaculada”



TERRASLAB E.I.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS**

EMS 00107-2023

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE CIMENTACIÓN**

PROYECTO:
"VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA
EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"

SOLICITA:
ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO

UBICACIÓN:
DISTRITO: HUAMACHUCO
PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

RESPONSABLE DE ESTUDIO:
TERRASLAB E.I.R.L.



Huamachuco, 20 de enero del 2023

0

R.U.C. N° 20605832688 terraslabi@gmail.com
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco 956 290 997

		 R.U.C. N° 20605832688  terraslabl@gmail.com  956290997  Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco
INDICE		
1.	GENERALIDADES	2
1.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO	2
1.2.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
1.3.	ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO	3
1.4.	CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA	3
2.	MARCO GEOLÓGICO	3
2.1.	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	3
2.2.	ESTUDIO GEOLÓGICO A NIVEL LOCAL	4
2.3.	CONTEXTO TECTÓNICO ESTRUCTURAL	4
2.3.1.	Anticlinales y Sinclinales	5
2.3.2.	Diaclasas	5
2.3.3.	Fracturas	5
2.4.	ASPECTOS GEODINÁMICOS	5
2.4.1.	Peligros de geodinámica externa	5
2.4.2.	Peligros de geodinámica interna	5
3.	MARCO GEOTÉCNICO	6
3.1.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	6
3.1.1.	Prospección de campo	6
3.1.2.	Calicatas	6
3.1.3.	Muestreo Disturbado	6
3.1.4.	Muestreo Inalterado	7
3.1.5.	Registro de excavaciones	7
3.2.	ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO	7
3.2.1.	Ensayos de campo	7
3.2.2.	Ensayos estándar	7
3.2.3.	Ensayos especiales	8
3.3.	DESCRIPCIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO	8
3.4.	NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA	8
3.5.	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN PARA MUROS DE CONTENCIÓN	8
3.5.1.	Condiciones iniciales	8
3.5.2.	Profundidad de cimentación	9
3.5.3.	Tipo de cimentación	9
3.5.4.	Cálculo y análisis de la capacidad de soporte del terreno	9
3.6.	FACTOR DE SEGURIDAD	11
3.7.	EMPUJE DE TIERRAS PARA MUROS DE CONTENCIÓN	11
3.8.	LICUEFACCIÓN DE SUELOS	12
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
5.	ANEXOS	14
	ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO	15
	ANEXO 02: ENSAYOS ESTANDAR	17
	ANEXO 03: PERFIL ESTRATIGRÁFICO	22
	ANEXO 04: ENSAYOS ESPECIALES	24
	ANEXO 05: ANALISIS DE CAPACIDAD PORTANTE	26





TERRASLAB E.I.R.L.

 R.U.C. N° 20605832688
 terraslab@gmail.com
 956290997
 Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

1. GENERALIDADES

1.1. Objetivo del estudio

El presente informe tiene por objeto determinar las propiedades físico- mecánicas del subsuelo del área en estudio, para el proyecto de investigación "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022", mediante trabajos de campo a través de excavaciones, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, en base a los cuales se definen perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- Realizar el reconocimiento geotécnico a nivel local.
- Realizar los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos para elaboración de los perfiles estratigráficos.
- Determinar la capacidad portante para el diseño.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y laboratorio.

1.2. Ubicación y descripción del área de estudio

Departamento: La Libertad
Provincia: Sánchez Carrión
Distrito: Huamachuco

El área se encuentra entre las calles Jr. Estete y Jr. José Olaya, cruce con la calle Humberto Ledesma.

Imagen N°01: Ubicación geoespacial del proyecto

Calicata de Muestreo





2



**LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS**



TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
terraslab@gmail.com
956290997
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Datum: WGS-84 ZONA 17S

1.3. Acceso al área de estudio

Desde la ciudad de Lima se sigue el panamericano norte hacia Trujillo (departamento de la Libertad), seguidamente se toma una movilidad interprovincial para arribar a la provincia de Sánchez Carrión. En la ciudad de Huamachuco.

1.4. Condición Climática y altitud de la zona

La temporada templada dura 3,5 meses, del 3 de noviembre al 19 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 14 °C. El día más caluroso del año es el 18 de enero, con una temperatura máxima promedio de 15 °C y una temperatura mínima promedio de 4 °C.

La temporada fresca dura 2,1 meses, del 9 de junio al 11 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 13 °C. El día más frío del año es el 28 de julio, con una temperatura mínima promedio de 2 °C y máxima promedio de 12 °C.

En cuanto a la lluvia, Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Huamachuco tiene una variación ligera de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 7,5 meses, del 27 de septiembre al 12 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 19 de marzo, con una acumulación total promedio de 36 milímetros.

El período del año sin lluvia dura 4,5 meses, del 12 de mayo al 27 de septiembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 31 de julio, con una acumulación total promedio de 1 milímetros.

2. MARCO GEOLÓGICO

2.1. Unidades geomorfológicas

La facies oriental, o de plataforma del grupo Goyllarisquizga, no contiene evidencias concluyentes acerca de su origen, sin embargo, el grano grueso de la roca y la abundancia de estratificación cruzada sugieren que se trata de un depósito fluvial.

Las unidades geomorfológicas más reconocidas en toda el área de estudio son:



**LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS**

3



Imagen N°02: Formaciones Geológicas en el área de estudio.

2.2. Estudio geológico a nivel local

El área de estudio está controlada únicamente por formaciones del cretáceo superior y cuaternario. A continuación, se presenta una breve descripción de las Formaciones Geológicas que controlan la zona de estudio.

Pleistoceno (Q-la): Depósitos Lagunares conformados por conglomerados (bolonería y arcilla), areniscas y arcillas rojas.

Formación Inca (Ki-in): Inicialmente llamada "Capas rojas", subrayasen con la misma formación Farrat, con un aparente paso transicional. Se han observado en varios lugares que, de manera gradual de areniscas calcáreas, lutitas ferruginosas y lechos de cuarcitas, dando en superficie un matiz amarillento.

Formación Farrat (Ki-f): costa de cuartitas y areniscas blandas de grano medio a grueso, tiene un grosor promedio de 500 m.

Formación Santa (Ki-sa): en el área consiste en una intercalación de lutitas y calizas margosas, y areniscas gris oscuras, con un grosor que oscila entre 100 y 150 m. El cambio de las facies es notable según los lugares; así, mientras en la zona de Huamachuco, Cajamarca y Coina la proporción calcárea es predominante; en la zona de Cajamarca, Cascas y San Benito solamente hay lutitas y areniscas grises, fenómeno que se interpreta como relacionado con la forma de la cuenca.

2.3. Contexto tectónico estructural

Este ciclo geotectónico comprende el ámbito de sedimentación andina en las





TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
terra slab@gmail.com
956290997
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

diferentes etapas de su desarrollo; es decir, comprende los eventos tectónicos de compresión (tectogénesis) cuya distribución está ampliamente desarrollada en nuestro país tal como se observa a lo largo de la cadena andina. (Vásquez 2010). En los alrededores del área de estudio se distinguen zonas de plegamientos, tales como fallas regionales.

2.3.1. Anticlinales y Sinclinales

La zona en estudio no presenta ejes de anticlinales y/o sinclinales regionales desarrollados por INGEMMET.

2.3.2. Diaclasas

Son planos de discontinuidad, de fractura o de separación de una roca, que normalmente no implica deslizamiento. Las diaclasas suelen producirse como familias paralelas, que divide al macizo rocoso en bloques. Las diaclasas pueden aparecer durante la formación de la roca o posteriormente por causas tectónicas. Adicionalmente, se considera que para el desarrollo de diaclasas no necesariamente se requiere deformación tectónica (Gavilanes 2004). Para el proyecto en mención no se necesita realizar estudio de diaclasas.

2.3.3. Fracturas

Es el término para cualquier discontinuidad mecánica en la roca, las fracturas a diferencia de las diaclasas no se presentan en set de familias ordenadas, por lo contrario, sus planos no tienen orientaciones definidas. Para el proyecto en mención no se necesita realizar estudio de diaclasas.

2.4. Aspectos geodinámicos

2.4.1. Peligros de geodinámica externa

Los puntos de caída de rocas, puntos de deslizamientos, puntos de flujos, reptaciones, propagaciones laterales, etc. pueden ser peligros de geodinámica externa. El terreno donde se proyecta la construcción no presenta fenómenos de geodinámica externa.

2.4.2. Peligros de geodinámica interna

La Geodinámica interna, agrupa a variables del medio físico cuyas fuerzas desde el interior de la tierra, modelan el relieve terrestre; sus efectos generalmente son desastrosos pudiendo ocasionar hasta pérdida de vidas humanas; son las siguientes: Fallas Geológicas y Registros Históricos de Sismos.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

5



R.U.C. N° 20605832688
 terraslab@gmail.com
 956290997
 Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

De acuerdo con el Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú y nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030 octubre de 2018), se concluye que el área en estudio se encuentra en los siguientes parámetros de diseño.

Tabla N°01: Espectros de Diseño.

REGIÓN:	La Libertad	Z:	0.35
PROVINCIA:	Sánchez Carrión	U:	1.50
DISTRITO:	Huamachuco	S:	1.15
SECTOR:	10	TP:	0.60
CATEGORÍA:	B	TL:	2.00
ZONA:	Z ₃	R ₀ :	8.00
SUELO:	S ₂	R:	8.00

3. MARCO GEOTÉCNICO

3.1. Investigación de campo

3.1.1. Prospección de campo

Las prospecciones de campo se realizaron con la finalidad de definir la ubicación de las calicatas, el perfil estratigráfico y el cartografiado geotécnico de la zona.

3.1.2. Calicatas

Se realizó una calicata en la modalidad a cielo abierto las mismas que fueron ubicadas convenientemente con profundidades suficientes de acuerdo con lo establecido según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos / Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) el cual fue aprobado mediante Resolución Directoral N°05-2013-MTC/14 y publicado en el diario "El Peruano" el 07 de septiembre del 2020. Este sistema de exploración nos permite analizar directamente el estrato uniforme, en donde no se diferencian visiblemente otros estratos, así como sus principales características físicas y mecánicas tales como: granulometría, color, humedad, peso unitario plasticidad y compacidad. Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades y coordenadas geo referenciadas en Datum WGS-84, Zona 18S:

Cuadro N°01: Ubicación geográfica de calicatas

CALICATA	PROCEDENCIA DE MATERIAL	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)
CA-001	SUELO DE CIMENTACIÓN	825949.44	9135236.01	3163.00	1.50

3.1.3. Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas o alteradas en bolsas de plásticos del tipo (Mab), en cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente





TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
 terraslab@gmail.com
 956290997
 Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos, ensayos de Proctor para CBR y ensayo CBR para subrasante. Para su transporte se siguió la norma NTP 339.151:2001 "Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Suelos".

3.1.4. Muestreo Inalterado

No se extrajeron muestras del terreno inalteradas en bloque del tipo (Mib), en las calicatas en estudio por lo tanto todos los ensayos han sido estándar.

3.1.5. Registro de excavaciones

Paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro, descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual según NTP 339.150:2001, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tal como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, peso unitario, etc.

3.2. Ensayos de laboratorio y campo

3.2.1. Ensayos de campo

No se realizaron ensayos en campo.

3.2.2. Ensayos estándar

Los ensayos estándares realizados en el presente estudio son:

- Contenido de Humedad, según ASTM D2216
- Granulometría, según ASTM D6913
- Límite Líquido, según ASTM D4318
- Límite Plástico, Índice Plasticidad, según ASTM D4318
- Clasificación de Suelos SUCS, según ASTM D2487

Los ensayos estándar se observan en los anexos: (Ensayos Estándar de Laboratorio).

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las calicatas se fueron sometidas a ensayos estándares.

Cuadro N°03: Resumen de ensayos estándar

CALICATA	PROCEDECENCIA DE MATERIAL	EST.	N°4	N°40	N°200	LL	LP	IP	W%	SUCS	AASHTO
CA-001	SUELO CIMENT.	E1	99.56	88.48	84.01	45	26	19	41.39	CL	A-7-6 (17)

Donde:
 N°4: % que pasa la malla N°4



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



7



TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
 terraslab@gmail.com
 956290997
 Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

N°40: % que pasa la malla N°40
 N°200: % que pasa la malla N°200
 LL: Límite líquido
 LP: Límite plástico
 IP: Índice de plasticidad
 W%: Contenido de humedad
 SUCS y AASHTO: Clasificación de suelos con fines de ingeniería.

3.2.3. Ensayos especiales

Se realizaron ensayos especiales con el fin de determinar la capacidad portante. No se realizaron ensayos de corte directo, triaxiales u otros para determinar los parámetros de resistencia (Cohesión y Angulo de fricción interna), ellos estimaron de tablas especializadas del Doctor Ingeniero de caminos canales y puentes: Ignacio Morilla Abad de su libro "ENSAYOS DE RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS SUELOS" Pág.: 41 Versión 2019.

Cuadro N°05: Valores estimados de los parámetros de resistencia

CALICATA	ESTRUCTURA	ESTRATO	SUCS	AASHTO	COHESIÓN (kg/cm ²)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)
CA-001	CIMENTACIÓN	E1	CL	A-7-6 (17)	0.25	19.5

3.3.Descripción de perfil estratigráfico

La descripción del subsuelo se realiza según el registro de excavaciones de las calicatas haciéndose grupos de trabajo en las cuales el geomaterial varía en algunas propiedades físicas de granulometría, clasificándose en toda el área de interés como: Arcillas de mediana plasticidad (CL).

3.4.Nivel de la napa freática

La ubicación de la napa freática es función de la época del año en que se realice la investigación de campo, así como las variaciones naturales de los sistemas de lluvia que abastecen los estratos acuíferos.

En la zona comprendida en el estudio, se ha detectado nivel freático a 1.40 metros de profundidad (época de lluvias), en el tiempo que se realizó la exploración.

3.5.Análisis de cimentación para muros de contención

El estudio de la fundación ha sido considerando que la estructura se realizará sobre terreno natural; el cual será asumido por el ingeniero proyectista especialista en estructuras.

3.5.1. Condiciones iniciales





LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

8



TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
terraabl@gmail.com
956290997
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

De acuerdo con los resultados obtenidos en la exploración se consideró lo siguiente:

- Para el área de la estructura será fundada sobre cimentación.
- Se consideró el perfil estratigráfico de la investigación geotécnica.

3.5.2. Profundidad de cimentación

Una cimentación deberá cumplir tres requisitos fundamentales:

- El nivel de cimentación deberá estar a una profundidad tal que se encuentre libre del peligro de heladas, cambios de volumen de suelo, napa freática, excavaciones posteriores.
- Tendrá unas dimensiones tales que no superen la estabilidad o capacidad portante del suelo.
- No deberá producir un asentamiento en el terreno que no sea absorbible por la estructura (asientos admisibles).

Según el análisis de las condiciones iniciales y los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, el especialista en geotecnia da como sugerencia un nivel de cimentación especificado en los siguientes cuadros de acuerdo con la estructura y para asegurar estabilidad en la estructura.

3.5.3. Tipo de cimentación

Para la definición del tipo de cimentación, se debe tener en cuenta una secuencia de estudios para la cimentación de las estructuras a construir, en este caso se trata del proyecto "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022", Se tomó las siguientes consideraciones para definir el tipo de cimentación:

- Conocimiento Previo de la Infraestructura del entorno de la cimentación
- Determinación de la Cargas Estáticas y Dinámicas
- Definición del perfil y de las propiedades mecánicas del suelo, en base a los ensayos de campo.
- Pre dimensionamiento de la Cimentación.

3.5.4. Cálculo y análisis de la capacidad de soporte del terreno

a. Capacidad de carga

Según el Reglamento Nacional de edificaciones, Norma E.050 en su última versión aprobada en el año 2018 cuya referencia fue tomada de Bowles, Joseph E. (1996) Foundation Analysis and Design. New York: Mc Graw – Hill Book Co., La capacidad de carga (q_c) es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos a partir



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
TERRASLAB E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

9



TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
 terraslab@gmail.com
 956290997
 Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

de parámetros determinados mediante los ensayos in situ o los ensayos de laboratorio realizados.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ') igual a cero en condiciones no consolidadas no drenadas sobre probetas saturadas.

$$q_d = s_c i_c c N_c$$

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero si el porcentaje de fino es menor que 12%.

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_\gamma i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

Para las ecuaciones indicadas se tiene:

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left[\left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \right]$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$s_\gamma = 1 - 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi^\circ} \right)^2$$

Donde:

- c = Cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.
- i_c = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión.
- i_q = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga (γD_f).
- s_c = Coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión.
- s_γ = Coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción.
- i_γ = Coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción.
- γ_1 = Peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.
- γ_2 = Peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación.
- N_c = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión.
- N_q = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga (γD_f).
- N_γ = Coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción.
- B' = Ancho del "área efectiva".
- α° = Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.



LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

10



b. Capacidad admisible

La determinación de la presión admisible se efectúa tomando en cuenta los siguientes factores:

- Profundidad de cimentación
- Dimensión de los elementos de cimentación
- Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación
- Ubicación del nivel freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la edificación
- Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- Asentamiento tolerable de la edificación.
- La capacidad admisible se presenta en los cuadros anteriores y varía dependiendo del ancho y profundidad de la cimentación.

Los valores de capacidad portante se presentan en el ANEXO 05, Análisis de la Capacidad portante.

3.6. Factor de seguridad

Cuando se calcula una estructura de contención de tierras, existen distintos empujes a considerar dependiendo de la movilidad relativa entre la estructura y las partículas del suelo.

Los factores de seguridad mínimos que deben tener las cimentaciones son los siguientes:

- Para cargas estáticas: 3.00
- Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2.5

El factor de seguridad está dado por:

$$F_s = \frac{q_d}{q_{adm}}$$

3.7. Empuje de tierras para muros de contención

Se recomienda la utilización de los siguientes parámetros para el cálculo de los empujes de tierras para muros de contención o estructuras enterradas; los cuales son los valores promedio representativos de las capas superiores de arenas limosas que se determinó en el perfil del suelo.

Cuadro N°07: Resultados de empuje lateral de tierras.

CALICATA	PROF.	ESTRUCTURA	SUELO	K_a	K_p	K_c
CA-001	1.50 m	CIMENTACIÓN	CL	0.626	1.597	0.770





TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
terraslabl@gmail.com
956290997
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

3.8.Licuefacción de suelos

Se presenta a continuación los criterios más utilizados en la práctica para determinar si un suelo es potencialmente licuable.

- Presencia de suelos jóvenes, sueltos, mal gradados y de reducido peso unitario.
- Elevado nivel freático.
- Bajo contenido de arcillas.
- Proximidad a fallas activas.
- Existencia de depósitos aluviales, fluviales, lacustres, marinos y/o eólicos.
- Presencia de betas de limos y/o arcillas o materiales densos localizados de forma errática en el terreno.

Primeramente, existe el llamado criterio chino desarrollado por Wang en 1979:

- Fracción fina menor a $0.005\text{mm} \leq 15\%$
- Límite líquido. $LL \leq 35\%$
- Contenido natural de agua, $w(\text{natural}) \geq 0.9LL$
- Índice de liquidez ≤ 0.75

También se usa el criterio utilizado por el US Army

- Fracción fina menor a $0.005\text{mm} \leq 10\%$
- Límite líquido. $LL \leq 36\%$
- Contenido natural de agua, $w(\text{natural}) \geq 0.92LL$
- Índice de liquidez ≤ 0.75



TERRASLAB E.I.R.L.



12

**LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS**



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Basados en las cartas geológicas, el lote se ubica en una zona de depósitos lagunares, la característica de estas zonas es la composición de conglomerados y suelos finos (arcillas orgánicas de coloración gris). Lo anterior es corroborado por los ensayos a la muestra tomada; con la cual se procedió a su clasificación según los sistemas internacionales SUCS y AASHTO. Los ensayos realizados se enmarcan en las normas ASTM de aceptación internacional.
- El suelo de cimentación (1.50 metros de profundidad) hasta la profundidad en la que se tomó la muestra se clasifica como arcilla de mediana plasticidad (CL). No se diferencian otros estratos de manera visual.
- Los parámetros de resistencia para el diseño de los cimientos, tales como la cohesión y ángulo de fricción se determinaron a partir de tablas especializadas basadas en estadísticas. Asumimos en el análisis, zapatas cuadradas de 2.00 m de lado, para las cuales la capacidad admisible a 1.00 m de profundidad, es 0.51 kilogramos por centímetro cuadrado. Se prevé asentamientos de 2 cm.
- La Capacidad de soporte del terreno varía según la profundidad de cimentación, es por ello se presenta diferentes valores a diferentes profundidades en el Anexo 04 "análisis de capacidad portante".
- El presente informe técnico se refiere a la zona de las obras para el proyecto antes descrito. Las conclusiones y recomendaciones dadas en el no podrán ser usadas para otra obras o terrenos por más cercanos que se encuentren al área de estudios.

TERRASLAB E.I.R.L. Huamachuco, 20 de enero del 2023





TERRASLAB E.I.R.L.

R.U.C. N° 20605832688
terrastrabl@gmail.com
956290997
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

5. ANEXOS



TERRASLAB E.I.R.L.



**LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS**

14



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO



15

R.U.C. N° 20605832688

Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

terraslabl@gmail.com

956 290 997

 <p>TERRASLAB E.I.R.L.</p>	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PF-001
	PANEL FOTOGRÁFICO		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			VERSIÓN	1

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		FECHA : 17/01/2023	CÓD. CAL : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL : 1.50 m	ESTE : 825949.44
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	ALTITUD : 3163.00 msnm	NORTE : 9135236.01
TIPOLOGÍA : CIMENTACIÓN	CALICATA : Interior de IE Inmaculada		



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC – Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 02: ENSAYOS ESTANDAR



17

R.U.C. N° 20605832688
Av. Solitario de Sayan S/N - Huamachuco

terraslabl@gmail.com
956 290 997

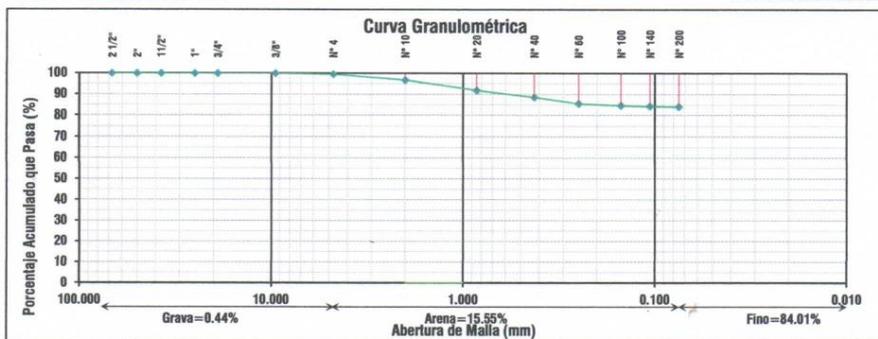
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	RUC 20605832688
	ASTM D6913 / D6913M - 17	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	VERSIÓN 1

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		F. MUESTREO : 17/01/2023	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 19/01/2023	SECTOR : JARDIN
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUELO DE CIMENTACIÓN	OBS. :	

DATOS DE ENSAYO	1ra Separación	Tamizado Simple / Fracción
Tamiz de Separación	N°04	< N°04
Pasa el Tamiz	---	N°04
Masa Total Seca antes de Separación (gr)	569.8	
Masa Total Seca > N°04 (gr)	2.5	
Masa Total Seca < N°04 (gr)	569.8	569.80
Masa Lavada Seca (gr)	2.5	89.80
Σ de Masa Retenida (gr)	2.5	89.00

CRITERIO	1	1
Fase de ensayo	Lavado	Tamizado
1ra Separación	---	0.00
2da Separación	0.14	0.89
Diferencia con Masa Inicial		480.80
Diferencia entre MLS y MLSR		0.80
Diferencia entre MLS y MLST		0.00

Tamiz Nº	Abertura (mm)	Fracción Gruesa de Separación	Fracción Fina Tamizado Simple (0.01 gr)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Esp.		RESUMEN DE RESULTADOS
									Min.	Máx.	
2 1/2"	67.500	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			% Grava: 0.44 %
2"	50.000	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			% Arena: 15.55 %
1 1/2"	37.500	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			% Fino: 84.01 %
1"	25.000	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			Tamiz Nº4: 99.56 %
3/4"	19.000	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			Tamiz Nº40: 88.48 %
3/8"	9.500	0.0			0.1755002	0.00	0.00	100.00			Tamiz Nº 200: 84.01 %
N° 4	4.750	2.5			0.1755002	0.44	0.44	99.56			D10: N.P.
N° 10	2.000	0.0	15.60	0.00	0.1747302	2.73	3.16	96.84			D30: N.P.
N° 20	0.850		28.30		0.1747302	4.94	8.11	91.89			D60: N.P.
N° 40	0.425		19.50		0.1747302	3.41	11.52	88.48			Coef. Uniformidad:
N° 60	0.250		16.80		0.1747302	2.94	14.45	85.55			Coef. Curvatura:
N° 100	0.150		5.50		0.1747302	0.96	15.41	84.59			Cont. Humedad (W): 41.39 %
N° 140	0.106		2.00		0.1747302	0.35	15.76	84.24			Límite Líquido: 45
N° 200	0.075		1.30		0.1747302	0.23	15.99	84.01			Límite Plástico: 26
Fondo	< 0.075		0.80		0.1747302	84.01	100.00	0.00			Índice de Plasticidad: 19
z	Total	2.5	89.00								Clasificación SUCS: CL
											Clasificación AASHTO: A-7-6(17)



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. INDECOPI N° 70775971	 LUIS MARTÍN ANARILLO POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. INDECOPI N° 174382	

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO F-LC-001
	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			VERSIÓN 1

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		F. MUESTREO : 17/01/2023	CALCATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 19/01/2023	SECTOR : JARDÍN
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUELO DE CIMENTACIÓN	OBS. :	

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

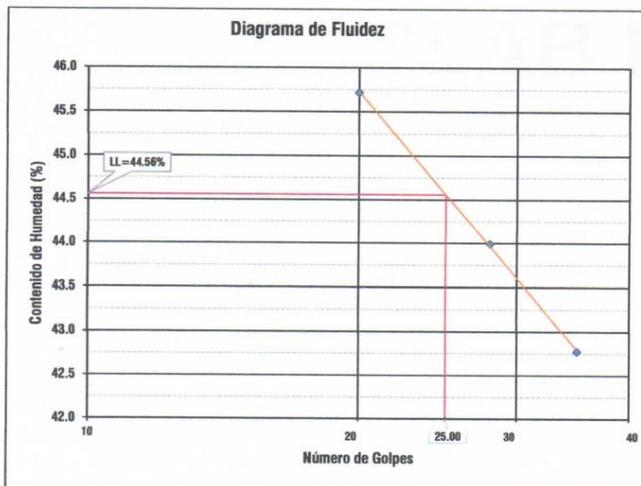
ANÁLISIS DE LÍMITE PLÁSTICO ASTM D4318		
Ensayo N°	1	2
Recipiente N°	R - 1	R - 2
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	48.22	48.79
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	41.35	41.84
W. Agua Contenida (gr)	6.87	6.95
W. Recipiente (gr)	15.37	15.50
W. Suelo Seco (gr)	25.98	26.34
Contenido de Hum. - W. (%)	26.44	26.39
Cantidad mínima requerida (gr)	o.k	o.k
Límite Plástico	26	

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ANÁLISIS DE LÍMITE LÍQUIDO ASTM D4318			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	R - 3	R - 4	R - 5
Número de Golpes	35	28	20
W. Rec. + W. Suelo Hum. (gr)	58.28	65.82	63.59
W. Rec. + W. Suelo Seco (gr)	45.49	50.43	48.43
W. Agua Contenida (gr)	12.79	15.39	15.16
W. Recipiente (gr)	15.59	15.45	15.27
W. Suelo Seco (gr)	29.90	34.98	33.16
Contenido de Hum. - W. (%)	42.78	44.00	45.72
Límite Líquido	45		

ASTM D2216 Estándar test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Método de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/> Multipunto	<input type="checkbox"/> Unipunto	Agua usada	<input checked="" type="checkbox"/> Potable	<input type="checkbox"/> Destilada
Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente	Método de preparación	<input type="checkbox"/> Horno	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente
Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente	Método de secado	<input checked="" type="checkbox"/> Horno	<input type="checkbox"/> Ambiente



RESUMEN DE RESULTADOS	
Límite Líquido:	45
Límite Plástico:	26
Índice de Plasticidad:	19
Cont. Humedad (W):	41.39 %
Densidad Húmeda (g/cm³):	--
Densidad Seca (g/cm³):	--
OTROS ÍNDICES	
Colapsabilidad de Gibbs:	--
Índice de Consistencia (Ic):	0.19
Índice de Liquidez (I _L):	0.81
Índice de Compresibilidad (C _c):	0.32
Contracción Lineal (C _L):	--
Índice de Flujo (I _f):	12.08
Índice de Tenacidad (I _t):	1.57

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS INOCENCIO AQUILINO INANTES TÉCNICO DE ESTUDIOS MECÁNICOS DE SUELOS B.A.H. INGENIERO CIVIL DNI N° 70273571	 LUIS MARTÍN ANARLEY ROMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174262	

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO F-CH-001
	CONTENIDO DE HUMEDAD		RUC 20605832688
	ASTM D2216 - 19		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN 1

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		F. MUESTREO : 17/01/2023	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRION	F. ENSAYO : 19/01/2023	SECTOR : JARDIN
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUELO DE CIMENTACION	OBS. :	
MUESTREO POR : EMPRESA SOLICITANTE			
ENSAYADO POR : LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES			
ESTRATO : N.E.			

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216 - 19

MÉTODO DE SECADO : Horno 60 ± 5 C°	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Terreno Natural
MÉTODO DE REPORTE : "B"	PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO : Integral
MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno	TAMIZ SEPARADOR : Ninguno
PRECISIÓN : 1.00%	MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS : "A"

ANÁLISIS DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216			
Ensayo N°	1	2	3
Recipiente N°	C4A	C4B	C4C
W. Rec.+W. Suelo Hum. (gr)	325.08	332.36	382.85
W. Rec.+W. Suelo Seco (gr)	233.44	239.64	275.53
W. Agua Contenida (gr)	91.64	92.72	107.32
W. Recipiente (gr)	14.17	14.26	15.31
W. Suelo Seco (gr)	219.27	225.38	260.22
Contenido de Hum. - W. (%)	41.79	41.14	41.24
Con. de Hum. - W. Prom. (%)	41.39		

Referencia: ASTM D2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

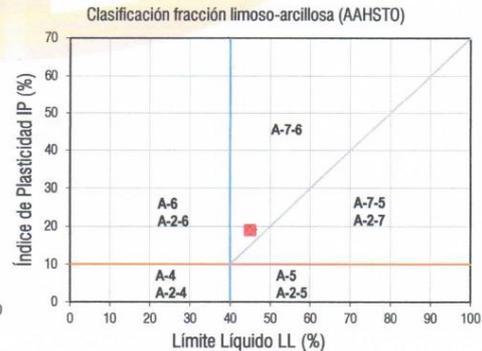
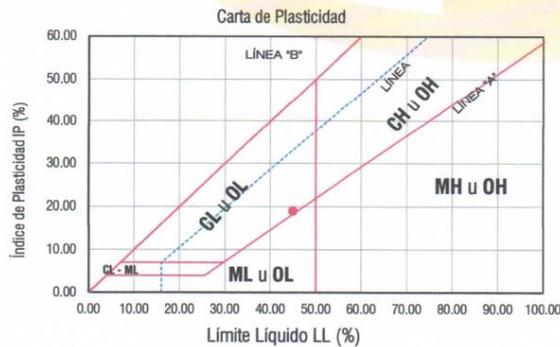
OBSERVACIONES : _____

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS DISEÑO Y DESARROLLO S.R.L. UNI N° 702739/1	 LUIS MARTIN ANARLEY PUJANA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174362	

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO F-CS-001
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		RUC 20605832688
	ASTM D2487 / AASHTO M145		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		VERSIÓN 1

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO		F. MUESTREO : 17/01/2023	CALICATA : CA-001
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SANCHEZ CARRION	F. ENSAYO : 19/01/2023	SECTOR : JARDIN
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : SUELO DE CIMENTACION	OBS. :	
MUESTREADO POR : EMPRESA SOLICITANTE			
ENSAYADO POR : LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES			
ESTRATO : N.E.			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS: SUCS (ASTM D - 2487) / AASHTO (AASHTO M145)		
Naturaleza	Suelo de partículas finas.	Material limoso-arenoso.
Características		Pobre a malo como subgrado.
Tipo	Suelo de partículas finas.	Índice de Grupo (IG) 17
Descripción	Arcilla media plasticidad con arena	Suelo arcilloso.
Símbolo de Grupo	CL	A-7-6
Clasificación	Arcilla media plasticidad con arena CL	Suelo arcilloso. A-7-6 (17)
Terreno Fundación:	--	--



OBSERVACIONES :

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 <p>LUIS JHONATAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL DNI N° 70272971</p>	 <p>LUIS MARTÍN ASANLEY FOJAS JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP. 174302</p>	



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 03: PERFIL ESTRATIGRÁFICO



	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PE-001
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO ASTM D420		REG. INDECOPI	023575-2002/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		RUC	20605832688

PROYECTO : "VULNERABILIDAD SISMICA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SANCHEZ CARRION, 2022"			
SOLICITANTE : ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	FECHA : 20/01/2023	CÓD. CAL. : CA-001	
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	PROF. CAL. : 1.50 m	ESTE :
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : TERRENO NATURAL	ALTITUD : msnm	NORTE :
TIPOLOGÍA : EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN : CALICATA REALIZADA EN DONDE SE PROYECTA CIMENTACIONES		

Profundidad (m)	Calicata N°01	Clasificación de Suelo		W%	LL%	LP%	DESCRIPCIÓN DE GEOMATERIAL
		SUCS	AASHTO				
0.10	C1 E1						Material orgánico y de relleno residual.
0.20							
0.30	C1 E2		A-7-6 (17)	41.39	45	26	Arcilla de mediana plasticidad, húmedo color amarillenta y gris, tamaño menor a la malla N°04, con gravas (0.44%), arenas (15.55%) y finos plásticos (84.01%), suelo colapsable en condiciones naturales (con humedad excesiva), compresibilidad alta y se puede esperar una actividad de contracción-expansión en tiempos de sequía, material del tipo CL.
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50	Nivel freático						
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO INGENIERO CIVIL REG. CIP 174362	 LUIS MARTÍN AXARLEY POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174362	



LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 04: ENSAYOS ESPECIALES





LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS

ANEXO 05: ANALISIS DE CAPACIDAD PORTANTE



	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO: F-CC-001
	CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL	CÓD. REGISTRO: --
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	RUC: 20605832688
REG. INDECOPI: 023575-2020/DSD		
PROYECTO: "VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 80779 LA INMACULADA EN EL DISTRITO DE HUAMACHUCO, SÁNCHEZ CARRIÓN, 2022"	CALCATA: CA-001	
SOLICITANTE: ROSA ELVIRA VAZALLO MORENO	FECHA: 20/01/2023	ESTE:
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN	NORTE:
DISTRITO: HUAMACHUCO	ESTRUCTURA: CIMENTACIONES	COTA:
		PROF. CAL.: 1.50 m

CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Superficial

Cota de Superficie (m): 0.00
Fecha:

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	19.5	grados
Cohesión (c)	0.25	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	13.3	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.17	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.70	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	2.70	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00	m
Incremento de base (Δb)	0.10	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.00	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	1.4	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CL	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 9.963 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 3.352 \quad N_q = \gamma z^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{k \tan \phi}$$

$$N_y = 2.055 \quad N_y = 2(N_q + 1) \gamma z \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.336 \quad S_c = 1 + \frac{B N_1}{L N_c}$$

$$S_q = 1.236 \quad S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0.600 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma z \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000 \quad i_c = i_y = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_y = 1.000 \quad i_y = \left(1 + \frac{\beta}{\phi}\right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0.626$$

$$K_p = 1.597$$

$$K_o = 0.770$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación sugerida Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	
-1.00	1.00	2.00	1.00	0.60	1.54	0.51	Zapata Cuadrada
-1.00	1.00	2.10	1.00	0.60	1.55	0.52	
-1.00	1.00	2.20	1.00	0.59	1.56	0.52	
-1.50	1.50	2.00	0.97	0.50	2.02	0.67	
-1.50	1.50	2.10	0.97	0.50	2.02	0.67	
-1.50	1.50	2.20	0.97	0.50	2.03	0.68	
-2.00	2.00	2.00	0.85	0.50	2.29	0.76	
-2.00	2.00	2.10	0.85	0.50	2.30	0.77	
-2.00	2.00	2.20	0.85	0.50	2.31	0.77	
-2.50	2.50	2.00	0.78	0.50	2.57	0.86	
-2.50	2.50	2.10	0.78	0.50	2.58	0.86	
-2.50	2.50	2.20	0.78	0.50	2.59	0.86	
-3.00	3.00	2.00	0.73	0.50	2.84	0.95	
-3.00	3.00	2.10	0.73	0.50	2.85	0.95	
-3.00	3.00	2.20	0.73	0.50	2.85	0.95	

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible	Q _{adm}	=	0.51	Kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ	=	0.40		
Módulo de Elasticidad	E _s	=	50	Kg/cm ²	
Asentamiento permisible	S _{i(max)}	=	1.60	cm	
Ancho de la cimentación	B	=	2.00	m	$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$
Factor de forma	I _f	=	0.93	m/m	
Asentamiento	S _i	=	0.014	m	$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$
Asentamiento	S _i	=	1.36	cm	
Presión por carga	Q _{adm}	=	0.51	Kg/cm ²	
Presión de carga asumida por asentamiento	Q _{adm}	=	0.44	Kg/cm ²	
	S _i	=	1.60	cm	OK!
	S _i	=	1.36	cm	OK!

TERRASLAB E.I.R.L.

OBSERVACIÓN:

* Cimentar a nivel del estrato más firme.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio de Estudios Mecánicos	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 Luis Martín Carley Pomá TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS BACH. INGENIERO CIVIL EDNI N° 70273571	 Luis Martín Carley Pomá JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174382	