



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estudio de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método
Benedetti–Petrini en la institución educativa N°14456 "Daniel
Alcides Carrión" – Huancabamba, 2022**

TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Castro Rivas, Jose Miguel (orcid.org/0000-0002-3091-3623)

Yovera Jibaja, Karem Veronica (orcid.org/0000-0002-3024-2129)

ASESOR:

Mg. Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

La presente tesis, está dedicada a Dios, porque siempre está con nosotros, guiándonos en nuestro camino, protegiéndonos y fortaleciéndonos para poder continuar el día a día, a nuestras familias, que son los pilares que velan por nosotros en todo momento, poniendo su confianza plena en cada reto que se nos presenta.

Los autores

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinita misericordia, al docente del curso, por las enseñanzas oportunas, paciencia y dedicación, a nuestras familias, por todo su apoyo económico– moral, a la Universidad César Vallejo, que abre sus puertas a jóvenes como nosotros, para prepararnos y emprendernos como buenos profesionales con ética.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIONES.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clases que especifica el indicador 1.....	33
Tabla 2: Resultados del indicador 1.....	34
Tabla 3: Clases que especifica el indicador 2.....	34
Tabla 4: Resultados del indicador 2.....	34
Tabla 5: Cálculo del indicador 3 – Módulo 3	35
Tabla 6: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 5	35
Tabla 7: Cálculo del indicador 3 – Módulo 4	36
Tabla 8: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 7	36
Tabla 9: Cálculo del indicador 3 – Módulo 5	37
Tabla 10: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 9	37
Tabla 11: Resultados del indicador 3.....	37
Tabla 12: Clases que especifica el indicador 4.....	38
Tabla 13: Resultados del indicador 4.....	39
Tabla 14: Clases que especifica el indicador 5.....	39
Tabla 15: Resultados del indicador 5.....	39
Tabla 16: Indicador 6 – módulo 3.....	40
Tabla 17: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 3.....	40
Tabla 18: Indicador 6 – módulo 4.....	40
Tabla 19: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 4.....	40
Tabla 20: Indicador 6 – módulo 5.....	41
Tabla 21: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 5.....	41
Tabla 22: Resultados del indicador 6.....	41
Tabla 23: Clases que especifica el indicador 7	42
Tabla 24: Resultados del indicador 7	42
Tabla 25: Indicador 8 – módulo 3.....	43
Tabla 26: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 3	43
Tabla 27: Indicador 8 – módulo 4.....	43
Tabla 28: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 4	44
Tabla 29: Indicador 8 – módulo 5.....	44
Tabla 30: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 5	44
Tabla 31: Resultados del indicador 8.....	45
Tabla 32: Clases que especifica el indicador 9.....	45
Tabla 33: Resultados del indicador 9.....	46
Tabla 34: Clases que especifica el indicador 10	46
Tabla 35: Resultados del indicador 10	47
Tabla 36: Clases que especifica el indicador 11 – módulo 3	47
Tabla 37: Clases que especifica el indicador 11 – módulos 4 y 5.....	48
Tabla 38: Resultados del indicador 11	48
Tabla 39: Detalle de calificación de parámetros del módulo 3	49
Tabla 40: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 3.....	49
Tabla 41: Rango de índice de vulnerabilidad.....	50
Tabla 42: Detalle de calificación de parámetros del módulo 4	50

Tabla 43: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 4.....	51
Tabla 44: Rango de índice de vulnerabilidad.....	51
Tabla 45: Detalle de calificación de parámetros del módulo 5.....	52
Tabla 46: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 5.....	52
Tabla 47: Rango de índice de vulnerabilidad.....	53

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Configuración en Planta	20
Imagen 2: Configuración en Elevación.....	21
Imagen 3: Zona de estudio: Instituciones educativas de la provincia de Huancabamba.....	23
Imagen 4: Institución Educativa N° 14456 – “Daniel Alcides Carrión”	24
Imagen 5: Separación máxima (entre muros) - módulo 3	42
Imagen 6: Separación máxima (entre muros) - módulo 4.....	43
Imagen 7: Separación máxima (entre muros) - módulo 5.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Imagen (Anexo) 1: Muros del Módulo 3: Aulas de educación primaria.....	67
Imagen (Anexo) 2: Muros del Módulo 4: Aulas de educación secundaria	67
Imagen (Anexo) 3: Muros del Módulo 5: Administración – Talleres De Educación Primaria Y Secundaria.....	68
Imagen (Anexo) 4: Medición de la altura de presencia de sales	68
Imagen (Anexo) 5: Columna tipo I entre los ejes J y 12.....	69
Imagen (Anexo) 6: Presencia de sales en columnas.....	69
Imagen (Anexo) 7: Fisuras pequeñas.....	69
Imagen (Anexo) 8: Presencia de sales Imagen (Anexo) 9: Columna con fisura y bordead	70
Imagen (Anexo) 10: Fisuras en Vigas.....	70
Imagen (Anexo) 11: Presencia de sales y desprendimiento de la pintura (Escalera de Educación Primaria).....	71
Imagen (Anexo) 12: Humedad y daños (Escalera de Nivel Secundario).....	71
Imagen (Anexo) 13: Presencia de humedad (Escalera de Administración y Talleres)	72
Imagen (Anexo) 14: Módulo 3 - Aulas de Educación Primaria	72
Imagen (Anexo) 15: Módulo 4 - Aulas de Educacación Secundaria.....	72
Imagen (Anexo) 16: Módulo 5: Administración – Talleres De Educación Primaria y Secundaria	73
Imagen (Anexo) 17: Muros Exteriores.....	73
Imagen (Anexo) 18: Vista general módulo 3	74
Imagen (Anexo) 19: Vista general módulo 4	74
Imagen (Anexo) 20: Vista general módulo 5	75
Imagen (Anexo) 21: Detalle de muro	75
Imagen (Anexo) 22: Desarrollo parámetro 3 módulo 3.....	76
Imagen (Anexo) 23: Desarrollo parámetro 3 módulo 4.....	76
Imagen (Anexo) 24: Desarrollo parámetro 3 módulo 5.....	77
Imagen (Anexo) 25: Diafragma horizontal módulo 3	77
Imagen (Anexo) 26: Diafragma horizontal módulo 4	78
Imagen (Anexo) 27: Diafragma horizontal módulo 5	78
Imagen (Anexo) 28: Indicador 6 módulo 3.....	78
Imagen (Anexo) 29: Parámetro 6 módulo 4.....	78
Imagen (Anexo) 30: Parámetro 6 módulo 5.....	79
Imagen (Anexo) 31: Configuración en elevación	79
Imagen (Anexo) 32: Tipo de cubierta	79
Imagen (Anexo) 33: Parámetro 11 - Parapetos.....	80
Imagen (Anexo) 34: Estado de conservación módulo 3	80
Imagen (Anexo) 35: Estado de conservación módulo 4	81
Imagen (Anexo) 36: Estado de conservación módulo 5	81
Imagen (Anexo) 37: Medición de altura de muros	82

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de determinar la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método observacional Benedetti-Petrini de los módulos 3, 4 y 5 de la Institución Educativa N°14456 “Daniel Alcides Carrión” de la provincia de Huancabamba, para lo cual se aplicó un tipo de investigación transversal con diseño no experimental, su población fueron todas los colegios públicos de la provincia de Huancabamba, la muestra trabajada fue la institución en mención, que fue evaluada mediante las técnicas de la observación y análisis documental, los instrumentos de evaluación empleados fueron la ficha de observación y de recojo. Como resultados se obtuvo que el Módulo 3, presenta un índice de vulnerabilidad de 101, ubicándolo en un rango de vulnerabilidad media baja, el Módulo 4 presentó un índice de vulnerabilidad de 61 y el Módulo 5 de 85, estas dos últimas estructuras se sitúan en el rango de vulnerabilidad bajo. Por último, se concluye que a pesar de presentar una vulnerabilidad baja los tres módulos en estudio, cabe resaltar que las deficiencias encontradas como sales, humedad y fisuras son un causante de deterioro en el estado de conservación, lo que influiría de manera directa en el comportamiento sísmico.

Palabras clave: Índice de vulnerabilidad sísmica, Benedetti-Petrini, Sismos.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in order to determine the seismic vulnerability, applying the Benedetti-Petrini observational method of modules 3, 4 and 5 of the Educational Institution No. 14456 "Daniel Alcides Carrión" of the province of Huancabamba, for which A type of cross-sectional investigation with a non-experimental design was applied, its population was all the public schools in the province of Huancabamba, the sample worked was the institution in question, which was evaluated through the techniques of observation and documentary analysis, the instruments of evaluation used were the observation and collection form. As results, it was obtained that Module 3 presents a vulnerability index of 101, placing it in a medium-low vulnerability range, Module 4 presented an vulnerability index. of 61 and Module 5 of 85, these last two structures are located in the lower vulnerability range. Finally, it is concluded that despite the low vulnerability of the three modules under study, it should be noted that the deficiencies found such as salts, humidity and cracks are a cause of deterioration in the state of conservation, which would directly influence seismic behavior.

Keywords: Seismic vulnerability index, Benedetti-Petrini, Earthquakes.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta hogar, a diario, se registran decenas de sismos alrededor del globo, estos son ocasionados por el rozamiento, separación o choque entre las placas tectónicas. Las cuales se encuentran en constante movimiento en la capa de la tierra que se conoce como Litósfera.

El territorio peruano, se encuentra ubicado en la costa occidental perteneciente a Sudamérica, en una zona por donde pasa el Cinturón de Fuego del Pacífico, el cual es una cadena tectónica ubicada en el Océano Pacífico, que tiene como característica principal su alta actividad volcánica y sísmica.

La gran mayoría de sismos son de baja magnitud. Sin embargo, los de gran magnitud pueden ocasionar fallas en estructuras o, incluso, el colapso de estas mismas; trayendo consigo, como consecuencia, una serie de catástrofes y pérdidas humanas. Una de las causas más comunes de que las estructuras no resistan dichos movimientos telúricos es la autoconstrucción, es decir, construir edificaciones con mano de obra no calificada y sin la consulta de un profesional, lo que conlleva a tener problemas como lo son: poca luminosidad, una desatinada ventilación, la distribución de ambientes pequeños, como el empleo de material de mala calidad.

En el Perú, el 28 de noviembre de 2021, Loreto, Amazonas y San Martín fueron las regiones más afectadas por un terremoto de magnitud de momento 7.5, teniendo como epicentro la localidad de Santa María de Nieva, a unos 98 km al este. Las mayores aceleraciones de suelo fueron dentro de un área de radio igual a 250km del epicentro con unos valores entre 100 a 194 cm/seg². Según el informe técnico realizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), causó un colapso de 8 viviendas, 1 templo religioso afectado, carreteras afectadas debido a deslizamientos y varias viviendas afectadas. Sin embargo, no se presentaron pérdidas humanas a raíz del movimiento telúrico.

La región de Piura se encuentra afirmada sobre el Anillo de Fuego del Pacífico, por lo que se encuentra vulnerable de padecer un fenómeno sísmico, con una magnitud considerable, en cualquier circunstancia. Además, a esto le podemos agregar la alta tasa de autoconstrucción que existe en el Perú y los materiales de dudosa

calidad que se utilizan durante el proceso constructivo. Los factores previamente descritos participan de forma negativa en la manera de comportarse sísmicamente resistentes de las estructuras, lo que produciría una reacción frágil de éstas. De esta manera, se evaluaría la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa N° 14456 - Daniel Alcides Carrión, del caserío de Chulucanas Bajo, distrito del Carmen de la Frontera, provincia de Huancabamba, utilizando el método italiano compuesto por 11 indicadores que demuestran el comportamiento sísmico de los módulos 3, 4 y 5 frente a estos fenómenos.

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, según Olivera (2020), es qué tan propensa está una estructura a ser considerablemente afectada por un movimiento telúrico según la intensidad. La vulnerabilidad sísmica de una construcción está relacionada de manera directa con las técnicas constructivas, tipologías, materiales empleados, etc. Además, es indiferente de la zona sísmica del lugar en el que se encuentra situada, pues un inmueble puede ser sensible, pero no estar bajo amenaza si no se ubica en un lugar que se pueda considerar en riesgo o amenaza de sufrir un evento sísmico.

Por lo general, las evaluaciones sobre vulnerabilidad del tipo sísmica, se deben realizar con el propósito de que se pueda tomar algunas disposiciones de prevención y de mitigación, restricción de desastres, también contribuyen en la cuantificación del nivel de daños, los costos económicos y sociales, como nos indica Quispe (2021).

La institución educativa Daniel Alcides Carrión, es una institución pública mixta de nivel, inicial, primario y secundario, ésta se ubica en la parte rural de la ciudad de Huancabamba, a una latitud de -5.07128 y longitud de -79.5656, su horario es continuo (solo en la mañana), cuenta con 6 módulos en total de los cuales 3 son de dos plantas cada uno, cada nivel educativo cuenta con sus servicios higiénicos y sala de docentes. El colegio tiene una antigüedad de cuatro años. De acuerdo con el (CENSO, 2021), el total de personas que ocupan la institución son 180 entre estudiantes y personal.

Luego de haber mencionado el método a utilizar y desplegar la situación problemática de la investigación. Se formula la pregunta ¿Cuál es el nivel de

vulnerabilidad sísmica utilizando el método Benedetti-Petrini en la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión”, Huancabamba, Perú, 2022?

De acuerdo a ello, la justificación que se formula para el presente estudio, se basa en que este estudio permitirá evaluar, como analizar la vulnerabilidad del tipo sísmica, con el propósito de obtener el nivel de riesgo sísmico; asimismo, servir a manera de base para investigaciones posteriores haciendo uso de algún software, para determinar el comportamiento sísmico, a través del análisis estático, dinámico o ambos.

La justificación teórica del interés por esta investigación nace al ver que Piura, de acuerdo a la Zonificación Sísmica Nacional (RNE2018), la coloca en la zona del nivel 4, donde hay presente de actividad sísmica del modo significativo. Además, a esto se le puede agregar lo mal preparada que está la población ante una eventual catástrofe.

El estudio se justifica también metodológicamente, ya que, mediante el empleo de la cartilla de observación, para investigar la forma de comportarse estructuralmente ante estos fenómenos la institución, permitiendo entender, mediante, del análisis de la data, el rango de vulnerabilidad que tiene este colegio ante un eventual sismo, por ende, se favorecerían investigaciones con problemáticas similares.

Por último, el estudio se justifica de forma práctica, contribuyendo a la sociedad estudiantil, dado que, mediante el progreso del proyecto de investigación se logra contribuir, de manera positiva, al propósito de poder eliminar los problemas estructurales frente a terremotos de baja, media y gran magnitud a nivel nacional e internacional, de esta manera aumentar el interés en nuestro país, por el estudio de la Ingeniería Sísmica.

Como objetivo general de la investigación los autores hemos propuesto determinar la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método observacional Benedetti-Petrini de los módulos 3,4 y 5 de la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión” de la provincia de Huancabamba. Además, se ha establecido los objetivos específicos que son identificar las características estructurales de los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa.; asimismo, identificar los parámetros intervinientes utilizando el método Benedetti-Petrini en los módulos 3,4 y 5 de la institución

educativa.; también, evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica de los módulos 3,4 y 5 de la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión”, Huancabamba.

El presente estudio no necesita planteamiento de hipótesis debido a que se trata de una investigación del tipo no experimental. De todas maneras, la exposición como descripción de los resultados, es lo que dará la solución a las cuestiones planteadas.

II. MARCO TEÓRICO

A causa, de que los eventos sísmicos suceden de forma continua y sin aviso alguno, en el transcurso del tiempo ha aumentado el afán por los estudios de los diseños antisísmicos para edificaciones nuevas, para poder mitigar el comportamiento sísmico brusco frente a un evento telúrico. De acuerdo con ello, existen también estudios para edificaciones existentes, para saber qué nivel de vulnerabilidad presenta la estructura, para el presente proyecto de investigación, se han considerado, las siguientes tesis:

Los precedentes internacionales considerados, fueron debidamente estudiados, por lo que se deduce que guardan relación con esta investigación, conforme a ello tenemos a:

ECHEVERRÍA y MONROY (2021), desarrollaron un estudio, sobre la aplicación del Método Italiano para estructuras de Mampostería del tipo No Reforzadas, dichas edificaciones de ubican en Colombia, la investigación verificó la cantidad de viviendas para poder tomar su muestra (254 casas), analizarlas, recoger la información procesarla en el programa Excel en donde determinaron 11 indicadores del presente método. Los resultados a esta muestra indicaron que la vulnerabilidad de las casas, con sistema de mampostería no reforzada, es del nivel bajo.

MARCILLO (2019), realizó una investigación sobre la evaluación de la vulnerabilidad de la sismicidad, según los métodos: italiano como el FEMA 154, en uno de los edificios de la UNESUM en Ecuador, buscó realizar, determinar, comprobar como examinar el I.V. de la edificación antes mencionada, para ello, aplicó la observación y recolección de datos cuantitativos como técnica y esclerómetro, cámara fotográfica y formato de visitas como instrumentos. De acuerdo con la metodología se basó en realizar una sucesión de procedimientos, éstos fueron importantes para las conclusiones del estudio. Por último, concluye que mediante del uso del método de Benedetti y Petrini, aplicado al edificio correspondiente a la facultad de ingeniería, tuvo una calificación del 18.75 y 21.75, encontrándose en un rango seguro, frente a un sismo.

NISPERUZA (2019), desarrolló un proyecto para el análisis cualitativo como comparativo del método en estudio con la NRS 2010, para edificaciones de dos o

un nivel, en el país colombiano, dicho estudio tuvo como propósito analizar la vulnerabilidad, sísmicamente de las edificaciones en dicha jurisdicción. Aplicó esta metodología a 5 viviendas unifamiliares que tuvieron características similares respecto a su distribución arquitectónica. Finalmente, el proyecto concluyó que el estado de vulnerabilidad por ambos métodos fue bajo.

Para los antecedentes nacionales, se pudo encontrar diferentes fuentes, las cuales son mencionadas a continuación:

MALHABER (2020) realizó una tesis aplicando dos métodos del tipo observacional, el INDECI como el Italiano, en la ciudad de Pimentel, tuvo como objetivo “Evaluar el nivel sísmico, como vulnerabilidad, considerando teorías que engloban las bases de sismología, vulnerabilidad sísmica, además del método aplicado, entre otras. Respecto a la población que se tomó en cuenta para este estudio fueron viviendas del distrito Chongoyape, de acuerdo con el INEI, indica que son 7292 viviendas, la muestra se determinó de forma aleatoria, usando la fórmula para poblaciones muy grandes, obteniendo un total de 385 viviendas. Finalmente, los resultados fueron que, para las edificaciones construidas con adobe, arrojó una vulnerabilidad del 91.95%, ubicándola en el rango (alta), sin embargo, con el INDECI, dio como resultado el 50.73%, perteneciendo al rango alto, también.

GARCÍA y NARRO (2020), realizaron una investigación en las Instituciones Educativas de Contumaza, en Cajamarca, empleando el presente método, se llevó a cabo con el único fin de poder encontrar el grado de sismicidad vulnerable en estos colegios, la problemática actual en estas edificaciones es la antigüedad y la autoconstrucción. El tipo de diseño fue no experimental, transversal. La población abarcó los establecimientos educativos de la jurisdicción en estudio y su muestra estuvo conformada por 3 instituciones. Como resultados finales tuvieron que la vulnerabilidad en estos lugares abarca de media a alta.

GARCIA y RUMICHE (2018), elaboraron una tesis en la ciudad de Mochumi para analizar la vulnerabilidad del tipo sísmica, a través del método en cuestión, plasmó un estudio en las edificaciones para clasificarlas de acuerdo con los rangos de vulnerabilidad existentes (bajo, medio o alto), así mismo realizó el uso de herramientas que se apoyan en el Sistema de Información Geográfica. De acuerdo

con el Censo, realizado por el INEI, 20798 habitantes, conformaron la población. La investigación finalizó, concluyendo que las estructuras con adobe cuentan con un nivel de vulnerabilidad de 95.72%, rango alto, debido a la antigüedad, humedad y sales que presentan las edificaciones.

Referente a los antecedentes locales, presentamos a:

SAAVEDRA (2021), en su tesis desarrollada en Buenos Aires, en la ciudad de Sullana, tuvo como fin determinar la vulnerabilidad sísmica. El estudio contó con una población total de 126 viviendas del barrio Buenos Aires, concierne a ello calculó una muestra de 36 viviendas. En conclusión, los resultados arrojaron que las casas del tipo de albañilería arrojaron un grado de vulnerabilidad baja entre la etapa 1 y 2.

DÍAZ (2020), presentó un proyecto sobre la construcción informal y la relación con la vulnerabilidad de las viviendas ante los fenómenos sísmicos en Sullana. Tuvo una población que estuvo conformada por 200 viviendas pertenecientes a este asentamiento humano, para la muestra, trabajó una no probabilística, haciendo una cantidad de 30 viviendas. Estas fueron estudiadas a través la técnica de observación mediante el uso de la herramienta de recopilación de datos. Finalmente, concluye su análisis con que el I.V., ubica a las edificaciones en un rango de baja a media vulnerabilidad.

QUIROGA (2019), muestra como su proyecto para diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad que tiene las autoconstrucciones en Sullana, se orienta hacia un análisis visual de las peculiaridades estructurales en las construcciones. Detectando componentes propios de las edificaciones que puedan afectar de manera negativa su comportamiento frente a un sismo. La población estuvo conformada por los habitantes de la provincia de Sullana. Asimismo, la muestra, se determinó mediante el análisis estadístico para poblaciones finitas donde se obtuvo un total de 24 viviendas, dividido en 12 para cada zona de estudio. La técnica de recolección aplicada fue la ficha de encuesta. Los resultados concluyeron que, debido a la autoconstrucción de las edificaciones, muestran una vulnerabilidad sísmicamente en sus componentes estructurales.

Los conceptos teóricos – conceptuales, que guardan relación con el presente proyecto de investigación son:

Nuestro planeta “Tierra”, ocupa el puesto tercero del sistema solar. Su nombre proviene de la diosa romana de la fertilidad, “Terra” y “Geo” por el lado de los griegos. Aproximadamente, hace 4550 millones de años, se creó. Se compone de 58 placas tectónicas, las que cumplen una función importante para la formación del planeta. El desplazamiento de estas placas, se traducen en sismos, los cuales se desplazan a través de ondas hacia la superficie.

Los fenómenos sismológicos, vienen a ser vibraciones, éstas se generan dentro de la zona interna de la tierra, por causa del proceso de deformación de las placas tectónicas, las cuales, mediante un efecto, manifiestan el cambio leve o brusco de la forma como el volumen de la tierra. La energía liberada debido al desplazamiento de las placas se produce en ondas sísmicas, éstas pueden ser primarias (ondas longitudinales) o secundarias (ondas transversales).

El anillo de fuego está formado por más de 200 países, el Perú, es uno de los países del continente de América, ubicado dentro del Cinturón de Fuego, sobre las placas de Nazca y la Continental.

Cabe indicar que los movimientos telúricos se dan en dos tipos: los sismos naturales [1], lo componen los sismos tectónicos, que son los que se generan debido a movimientos que sufren las placas, los sismos del tipo volcánicos, a causa del desintegramiento de las rocas por causa del deslizamiento de magma y los sismos de colapso, los cuales se producen por el derrumbamiento de cavernas. Así mismo tenemos los sismos artificiales [2], aquellos ocasionado por el hombre mediante el uso de explosivos.

Toda la corteza terrestre se divide en 16 placas tectónicas grandes y 42 placas menores, estas se deslizan a través del magma, a causa de sus desplazamientos, produciendo choques y subducciones, las cuales son la principal causa del paisajismo del planeta, como también de los desastres vividos.

Los límites o fallas de las placas son de tres tipos, tenemos como primer límite el divergente o dorsales, como segundo límite convergentes o fosas y por último límites transformantes.

De acuerdo con el D.S. N° 003-2016-Vivienda, que modifica la N.T.P. E.030, en el punto 2.1 Zonificación, considera que el Perú se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas. Por lo cual a cada zona se le atribuye un factor “Z”, es decir, representa la aceleración máxima horizontal. Cabe aclarar que la provincia de Huancabamba se encuentra en la zona sísmica 4.

Actualmente, los estudios referentes a la ingeniería sísmica han abarcado mayor importancia, donde se ha podido generar una cantidad numerosa de proyectos y métodos para la identificación de los riesgos sísmicos según los daños materiales que sufren las estructuras. Se puede reconocer la existencia de tres tipos de vulnerabilidad:

- V. Estructural: Es la que describe qué tan sensibles son las partes de una estructura a ser afectadas y sufrir daños ante movimientos telúricos.
- V. no estructural: Este tipo de vulnerabilidad se refiere a los riesgos que se pueden presentar causados por lesiones no – estructurales, sea por caída de equipos, elementos de modelo arquitectónicos, entre otros, mientras que la edificación permanezca erguida.
- V. Funcional: Comprende los daños que sufren los sistemas como el de agua, instalaciones eléctricas, combustibles, alcantarillado, entre otros.

El método en cuestión fue desarrollado a raíz del terremoto de 1976, que, a partir de 1982, indagadores italianos con información de este suceso, desarrollaron una base de datos donde se recopiló los daños de las edificaciones damnificadas.

Este método se compone por 11 parámetros señalados a continuación:

- 1) Sistema Resistente (Organización): Donde se realizará la evaluación de componentes derechos (verticales) que son parte estructural, enfatizando sus conexiones entre estos, sin tener en cuenta la clase de material, analizando su función como tipo cajón entre vigas y columnas.
- 2) Sistema Resistente (Calidad): Se analiza el tipo de albañilería usada, considerando capacidad de resistencia que tiene para consolidar la calidad de la conducta de la estructura, todo ello se obtiene a través de la observación del material usado.

3) Resistencia Convencional: Con este indicador se determina la manera de respuesta funcional frente a los esfuerzos horizontales de un edificio, para la cual se toma como dato la resistencia en las direcciones tanto “X” como “Y” de los muros. Para poder analizar y estudiar este parámetro, se debe tener en cuenta, lo siguiente:

- N° de plantas = N
- Área cubierta (total) = At
- Área total en sentido “X” e “Y” de los muros = Ax, Ay
- Resistencia a la cortante = τ_k

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

- Altura de entrepiso (media) = h
- Mampostería (Peso específico) = Pm
- Peso del diafragma (por/ud.) = Ps
- Coeficiente sísmico = C

$$C = \frac{\alpha_o * \tau_k}{q * N} \sqrt{1 + \frac{q * N}{1.5 \alpha * \tau_k (1 + \gamma)}}$$

$$\alpha_o = \frac{A}{At}$$

$$A = \text{mín}\{Ax; Ay\}$$

$$\gamma = \frac{B}{A}$$

$$B = \text{máx}\{Ax; Ay\}$$

$$q = \frac{(A + B) * h}{A * C}$$

$$\alpha = \frac{C}{C'} \text{ (Coeficiente sísmico = 0.45)}$$

Rangos del parámetro:

A: $\alpha \geq 1$

B: $0.6 \leq \alpha \leq 1$

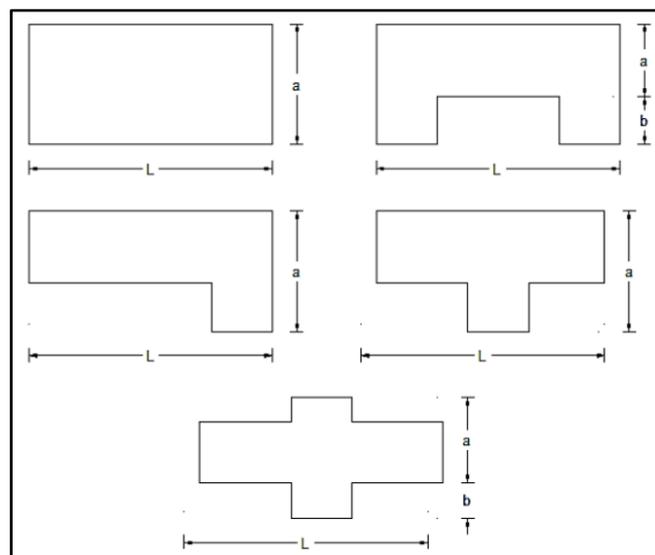
C: $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$

D: $\alpha < 0.4$

- 4) Edificio y cimentación (Posición): Mediante la observación, se examina qué tanto influye el terreno con la cimentación, determinando la conducta sísmica de la estructura.
- 5) Diafragmas horizontales: Para garantizar el buen funcionamiento de los componentes estructurales, se revisa la calidad de los diafragmas.
- 6) Configuración en planta: Se considera la simetría que presenta el diseño en planta, asignando mayor valor a secciones muy similares a un cuadrado y menor valor a secciones de forma alargada o irregulares, debido a que pueden generar torsión. La siguiente figura manifiesta la geometría en planta a considerar, indicando que $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$, donde:

- a: Medida menor de la edificación en m.
- L: Medida mayor de la edificación en m.
- b: Medida de los elementos que sobresalen en m.

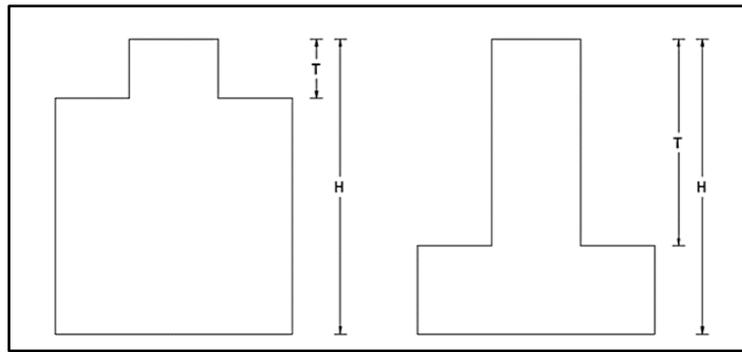
Imagen 1: Configuración en Planta



Fuente: Método Benedetti-Petrini

- 7) Configuración en elevación: Se analiza de forma visual irregularidades en la elevación de edificaciones de albañilería, de acuerdo con la norma E. 030. Respecto a las estructuras del tipo de concreto armado, se considera su análisis para configuraciones como la siguiente imagen:

Imagen 2: Configuración en Elevación



Fuente: Método Benedetti-Petrini

La relación de las alturas de la edificación nos brindará el valor de RL:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

- 8) Distancia máxima (entre muros): Se determina este indicador mediante la consideración de la distancia existente que separa los muros transversales de los longitudinales. Se utiliza el factor: L/S (muros transversales (L) - distancia, S: muro longitudinal – espesor). Además, se considerará lo siguiente:
- Arcilla: espesores de 0.23 m y 0.13m
 - Adobe: espesores de 0.40 m y 0.20 m
- 9) Cubierta (Tipo): Se considera tanto la categoría de cubierta, como las características y el peso. Lo cual determina la resistencia ante las fuerzas sísmicas.
- 10) Elementos (no estructurales): Para evaluar: voladizos, cornisas, entre otros.
- 11) Estado de conservación: A través de un análisis visual se identifica irregularidades internas además de errores constructivos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto se desarrolló mediante un diseño de carácter no experimental. De acuerdo con Paez y Hernández (2016), al no alterar el objeto en estudio se considera una investigación de esta índole. Pues, los datos son recolectados de forma descriptiva para poder analizar el índice respecto al método.

Además, como la investigación se desarrolla durante un tiempo determinado, se ha considerado como estudio del tipo transversal o transaccional.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente:

- Vulnerabilidad sísmica:
 - Definición conceptual: Se refiere al grado de daños que puede sufrir una estructura y depende principalmente a las características de diseño y comportamiento estructural, también dependiendo de la calidad de materiales y los procesos constructivos. (Garay, 2019, p.15).
 - Definición operacional: Se refiere a qué tan propensa se encuentra una edificación a sufrir daños o colapsar ante un evento sísmico.
 - Dimensiones e indicadores:
 - ✓ Configuración estructural:
 - Conformación en planta.
 - Máxima distancia entre muros.
 - ✓ Parámetros intervinientes:
 - Organización del sistema resistente.
 - Calidad del sistema resistente.
 - Resistencia convencional.
 - Posición del edificio y cimentación.
 - Configuración en planta.
 - Configuración en elevación.

- Separación máxima entre muros.
- Tipos de cubierta.
- Elementos no estructurales.
- Estado de conservación.
- ✓ Niveles de vulnerabilidad sísmica:
 - Baja
 - Media baja
 - Media alta
 - Alta

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población del presente estudio abarca todos los locales escolares de las instituciones educativas públicas de la provincia de Huancabamba.

Imagen 3: Zona de estudio: Instituciones educativas de la provincia de Huancabamba.



Fuente: Google maps

Muestra:

La muestra tomada para la investigación son los módulos 3, 4 y 5 del local educativo de la institución educativa N°14456 Daniel Alcides Carrión.

Imagen 4: Institución Educativa N° 14456 – “Daniel Alcides Carrión”



Fuente: Google Earth

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados inicialmente en este proyecto, se usaron las técnicas e instrumentos siguientes:

- **Objetivo 1**

Técnica:

- ✓ La observación.

Instrumento:

- ✓ Fichas de observación.

- **Objetivo 2**

Técnica:

- ✓ La Observación.
- ✓ Análisis documental.

Instrumento:

- ✓ Fichas de observación.
- ✓ Fichas de recojo.

- **Objetivo 3**

Técnica:

- ✓ La observación.

Instrumento:

- ✓ Fichas de observación.

3.5. Procedimientos

Con vistas a lograr los objetivos propuestos, los pasos a seguir fueron:

- 1) Se realizó el instrumento de recolección de datos, la ficha de observación y la ficha de recojo.
- 2) Asimismo, se hizo firmar el permiso, mediante el envío de una carta de consentimiento, para poder aplicar el instrumento.
- 3) Se procedió a efectuar la visita al lugar in situ, para el posterior reconocimiento de la institución a evaluar, así poder analizar el proceso constructivo, la resistencia convencional, entre los otros 9 parámetros que demanda el método.
- 4) Recogida la información correspondiente al estudio, de acuerdo con el método aplicado, se registraron una data que nos permitirá la evaluación oportuna, analizando e interpretando, cada parámetro que suscita esta metodología.
- 5) Por último, se evaluaron los objetivos que se han planteado en esta investigación, según los datos obtenidos.

3.6. Método de análisis de datos

Los autores del presente proyecto emplearon, para el reconocimiento vulnerable de la Institución Educativa, el método italiano (Benedetti-Petrini) también conocido como el método del índice de vulnerabilidad, el cual interpretó los datos que fueron obtenidos, mediante el uso de la ficha de observación y de recojo y, para el procesamiento de los datos, se realizó el vaciado en una computadora, usando el programa Excel, del paquete Office, donde, mediante la elaboración de tablas y gráficos, se podrá apreciar los resultados.

3.7. Aspectos éticos

Para este proyecto de investigación se ha tenido en consideración valores éticos y morales para poder asegurar la transparencia en la preparación del presente proyecto. Los autores se comprometen a respetar la veracidad del contenido de este proyecto con el fin de mantener la congruencia en los resultados expuestos. Asimismo, no se produce plagio, pues se ha respetado cada cita bibliográfica rescatada para nuestra investigación, considerando como principio la justicia en fin de garantizar la fiabilidad y honestidad.

IV. RESULTADOS

La estructura del local educativo Daniel Alcides Carrión está constituida por 6 módulos para el nivel inicial, primario y secundario, de los cuales 3 son estructuras de un piso y las 3 estructuras restantes de dos pisos, siendo estas tres últimas (las de nivel primario y secundario) las escogidas para aplicar esta evaluación:

- Módulo 1: Aulas de educación inicial (1 planta)
- Módulo 2: Administración Inicial (1 planta)
- **Módulo 3: Aulas de educación primaria (2 plantas)**
- **Módulo 4: Aulas de educación secundaria (2 plantas)**
- **Módulo 5: Administración – Talleres de educación primaria y secundaria (2 plantas)**
- Módulo 6: Residencia de profesores (1 planta)

A continuación, se detallan los resultados del estudio realizado respecto a cada objetivo específico:

4.1. IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Para dar respuesta al presente objetivo específico [1], se evaluaron los planos existentes de la estructura y se realizó una comparación con los detalles físicos observados:

• COLUMNS:

Los tres módulos en estudio cuentan con columnas rectangulares (Tipo I) de 60x25cm, respecto al acero, tiene 6 varillas de 3/4" de diámetro, los estribos considerados fueron de acero de 3/8" de diámetro, los cuales se colocaron un distanciamiento de 1@.05, 5@.10, 4@.15 y el resto @.25. Así mismo, presentan columnas con un diseño en forma de "T" (Tipo II), sus dimensiones son de 90cm la parte superior en dirección X y la parte inferior 25cm en la misma dirección y 50cm en dirección Y, los cuales son repartidos por la mitad, siendo de esta manera la conformación de la columna en "T", concierne al acero, se constituye de 10 varillas de diámetro de 3/4", sus estribos son de acero de 3/8", y la colocación es de 1 @.05, 6@.10, 4@.15 y el resto a @.25. El tercer tipo de columnas que presentan los módulos, son cuadradas (Tipo III) de 25x25cm, que tienen 4 varillas de acero de

5/8" de diámetro y de 3/8" para los estribos, los cuales tienen una distribución de igual a los de las columnas tipo "T". Para estos tres tipos de columnas, por usarse para los estribos de acero de diámetro 3/8", el recubrimiento es de 2cm. Y, por último, cuenta con columnas (Tipo IV) de 25x15cm, las cuales son de confinamiento, colocadas a los bordes de las columnas antes mencionadas, como también en los puntos para el ingreso, se constituye de 4 varillas de 3/8", y para los estribos acero de 1/4" de diámetro, el distanciamiento de los estribos es de 1@.05, 2@.10, 1@.15 y el resto a @.20, respecto al recubrimiento es de 1.3cm, por usarse acero de 1/4".

MÓDULO 3: AULAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Para el presente módulo de acuerdo a los planos, se pudo constatar que está compuesto con columnas de distinto diseño y cantidad, es decir, la infraestructura está constituida por: 12 columnas rectangulares, las cuales fueron analizadas mediante una inspección física, estas columnas no presentan fisuras, a excepción de la columna tipo I, que se encuentra ubicada entre los ejes J y 12, en la esquina izquierda al fondo de la estructura en la parte exterior, la cual sufrió por: colocarle la grapa para sostener el tubo de PVC de 4" de diámetro, que tiene la función de recibir el agua de lluvia de la canaleta metálica superior, sumando a ello una posible cangrejera en la parte interna de este elemento estructural, que debilitó esa parte de la columna, por lo que con los distintos sismos que ha sufrido el departamento de Piura, reventó esa parte de la columna. También cuenta con 8 columnas del tipo "T", respecto al estado físico, no presentan fisuras, a excepción de la que se encuentra en el eje 16. Así mismo, tiene 6 columnas cuadradas y 32 columnas de confinamiento, colocadas a los bordes de las columnas (tipo I, II y III), como también en los puntos de para el ingreso, de acuerdo con la inspección física realizada, estas columnas en conjunto con las del tipo cuadradas, no presentan daños estructurales. Por otro lado, para todas las columnas en la parte exterior, existe presencia de sales.

MÓDULO 4: AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Este módulo, cuenta con 8 columnas del tipo I, 6 columnas del tipo II, 4 columnas del tipo III y 24 columnas de confinamiento que vienen a ser las del tipo IV. De

acuerdo al análisis físico de esta estructura, mostraba fisuras pequeñas y presencia de sales.

MÓDULO 5: ADMINISTRACIÓN – TALLERES DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

En la presente estructura, se constató que cuenta con 8 columnas rectangulares (Tipo I), 16 columnas de diseño en forma de “T” o tipo II, 4 columnas cuadradas (Tipo III) y 65 columnas de confinamiento. El estudio físico de este módulo permitió determinar que existen columnas con acabados (tarrajeo) bordeados, otras con presencia de humedad por la filtración de agua desde la losa de la segunda planta, así mismo presentan sales y pequeñas fisuras.

- **VIGAS:**

De acuerdo con los planos de estructuras, lo que nos ha mostrado es que los módulos de primaria, secundaria y administración – talleres, se constituyen de vigas de cinco tipos: chatas, vigas cumbreras, inclinadas, soleras y de arriostre. El primer tipo de vigas, son de distintas medidas y acero, es decir: [1] Tenemos la V – 101, que cambia su colocación de acero de acuerdo con la sección: 1-1 o 2-2 que se encuentran en dirección y, las cuales tienen forma rectangular y miden 60x25cm, en el caso de la viga en la sección 1-1, cuenta con 6 varillas de 5/8” y la viga de la sección 2-2, se conforma de 6 varillas de 5/8” más 2 varillas de 3/4” de diámetro. Los estribos son de 3/8” y la distribución es de 1@.05, 11@.13, y el resto @.20, y como el diámetro es de 3/8”, su recubrimiento es de 2cm. [2] La V – 201, la cual cuenta la misma medida de la V – 101, se considera en las tres secciones: 1-1, la cual cuenta con 8 varillas de 5/8”, 2-2 que tiene 6 varillas de 5/8” y 3-3 que posee 7 varillas de 5/8”, siendo ubicada ésta última en dirección x. [3] Viene a ser las vigas cumbreras V – 202, las cuales tienen medidas de 25x25cm, la parte superior repartida en “V” invertida, así mismo 20x20cm, la parte inferior, el alto es de 20cm, el estribado consta en colocación de varillas de 1/4” de diámetro, siendo su recubrimiento de 1.3m, por ser de esa medida el diámetro, cuenta con una distribución de 1@.05, 11@.10, y el resto @.20. [4] Muestran las vigas de arriostre inclinadas invertidas (VA – 1), las cuales tiene una medida de 25x57cm, la cual se ubica justo a la par del nudo entre columna y viga, con la función de sostener el voladizo del techo que sobresale mediante un voladizo, el acero considerado para

este tipo de viga es de 5/8", 4 varillas, el acero para estribos es de 3/8", la distribución es similar al de las vigas cumbreras, pero en el recubrimiento por ser acero de 3/8", fue de 2cm, la siguiente viga de arriostre es la VA – 2, de diseño cuadrada de 20x20cm, la cual cuenta con 4 varillas de 3/8", los estribos con de acero de 1/4" y la distribución @.20. Asimismo, se tiene vigas de arriostre de dimensiones de 25x 20 (VA – 4), con 4 varillas de 1/2", los estribos son de 1/4" de diámetro y su distribución consta en 1@.05, 4@.10, y el resto @.20, el recubrimiento de esta viga con la VA – 2, es de 1.3m y por último los planos muestran vigas de arriostre de 50x25cm que viene a ser la VA – 3, que tiene 4 varillas de 5/8" y el estribado es de varillas de 3/8", con una distribución de 1 @.05, 11 @.10, y el resto @.20 y el recubrimiento 2cm, por ser varillas de 3/8" de diámetro. [5] Finalmente tenemos las vigas soleras, las cuales también son de diferentes dimensiones y cantidad con diámetro de acero, en primer lugar se tiene la VS – 01, la cual es una viga peraltada que se encuentra ubicada en la sección 1-1 (dirección y), las medidas de esta viga son de 50x25cm, cuenta con 4 aceros de 1/2" y 2 aceros de 5/8" de diámetro, también hay este tipo de vigas en la sección 2-2 (dirección y), la cual cambia su diseño, pues tiene medidas de 20x25cm y 4 varillas de 1/2" diámetro y las vigas que se encuentran en la sección 3-3 (dirección x), que tienen una dimensión de 50x25cm, 4 varillas 1/2" más 2 varillas de 5/8" y 2 varillas de 1" de diámetro, por otro lado también hay vigas soleras tipo VS – 02, ubicadas en la sección 1-1, con dimensiones de 20x25cm con 4 varillas de 1/2" de diámetro, el diámetro de los estribos y distribución es similar a la viga VA – 4 y las vigas en la sección 2-2, son de 50x25cm, las cuales tienen varillas de 1/2" (7) más varillas de 1" de diámetro (2) y el estribado es igual al de la viga VA – 3.

También se existen otro tipo de vigas para el módulo de administración – talleres, que viene a ser el módulo 5, la cual es la viga V – 102, sus dimensiones son 60x25cm, lo que cambia es el acero en las tres secciones: 1-1, con 8 varillas de acero de 5/8", en la 2-2, tiene 8 varillas de acero de 5/8" más 3 refuerzos de 1" de diámetro y por último en la sección 3-3, cuenta con 8 refuerzos de acero de 5/8" más 4 varillas de 1" de diámetro, respecto a los detalles de estribos es igual a la V – 101.

MÓDULO 3: AULAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Dentro de lo analizado en los planos de estructuras, se pudo constatar que el módulo 3, cuenta con 4 vigas (V- 101), 4 vigas (V - 201), 1 viga (V - 202), 4 vigas (VA - 1), 8 vigas (VA - 2), 3 vigas (VA - 3), 6 vigas (VS - 01) y 6 vigas (VS - 02).

MÓDULO 4: AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

En el caso del módulo 4, cuenta con 3 vigas (V- 101), 3 vigas (V - 201), 1 viga (V - 202), 2 vigas (VA - 1), 4 vigas (VA - 2), 2 vigas (VA - 3), 4 vigas (VS - 01) y 4 vigas (VS - 02).

MÓDULO 5: ADMINISTRACIÓN – TALLERES DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

Por último, el módulo 5, tiene 3 vigas (V- 101), 5 vigas (V - 102), 8 vigas (V - 201), 1 viga (V - 202), 2 vigas (VA - 1), 5 vigas (VA - 2), 2 vigas (VA - 3), 4 vigas (VS - 01) y 4 vigas (VS - 02).

Efectuada la revisión física a las tres estructuras (módulo 3, módulo 4 y módulo 5) de la institución educativa, se pudo constatar que las vigas presentan fisuras pequeñas.

- **DIAFRAGMAS:**

Para describir estructuralmente este elemento, contamos con los planos de aligerados, los cuales muestran que, los diafragmas son uniformes, pues no cuentan con tragaluz, para las losas aligeradas se consideró ladrillo hueco de arcilla de 30x30x15cm, así mismo tiene un alto de 20cm, el acero de temperatura considerado es de 1/4" de diámetro, colocados cada 25cm, cuenta con acero de diámetro de 1/2" para el acero positivo y de 3/8" para el acero negativo, para la primera planta y para la segunda planta, acero de 3/8" de diámetro para el acero positivo como negativo. La losa es de una sola dirección, para los tres módulos, en el caso de los paños que la constituyen para el módulo 3, en la primera planta cuenta con 16 paños, en el caso de la segunda planta tiene 32 paños, en el caso del módulo 4, la primera planta tiene 12 paños y la segunda planta consta de 24 paños y, por último, para el módulo 5, la losa está constituida por 20 años para la primera planta y para el segundo nivel 40 paños.

- **ESCALERAS:**

Para esta construcción, no contamos con planos de escaleras, para poder determinar las características estructurales, solo se tomó en cuenta la parte que se muestra en arquitectura, lo que indica que las escaleras de los 3 módulos, tienen una altura de 3.30m, que cuentan con 20 pasos de 30cm cada uno, un descanso de 3.85x1.90m. Asimismo, la altura de cada escalón es de 17cm y el ancho de pasillo es de 1.80m. Realizada la inspección visual, lo que se encontró es que, esta construcción presenta en sus muros sales, humedad, algunos danos y pequeñas fisuras.

- **MUROS:**

Según las especificaciones en los planos, los muros de los módulos 3, 4 y 5, demandan ladrillo de arcilla de 18 huecos King Kong con un tipo de amarre de soga, además fue tarrajado y pintado, de acuerdo a ello, para la evaluación se tuvo que realizar una inspección visual para determinar las características estructurales en conjunto con las deficiencias que presente la estructura, los resultados que se obtuvieron fueron que no presentan deficiencias importantes, respecto a fisuras solo existen en algunos muros, pero sí humedad y sales en gran porcentaje en todos los módulos, esto a causa de las fuertes lluvias que se dan en esta zona en la ciudad de Huancabamba y el clima frío, por lo que existe descascamiento de pintura en los muros, en las partes exteriores.

- **CIMENTACIÓN:**

Los planos de estructuras nos muestran que, los módulos 3, 4 y 5 del colegio en estudio, fueron construidos sobre un mejoramiento de terreno que consta de tres capas: OVER de 2" – 6" con una altura de 50cm, una capa de hormigón de 40cm de altura y afirmado de 20cm la altura de la capa, todo compactado a un 98%, además, de un solado de 10cm. Luego en la parte estructural se continúa con zapatas aisladas de 1.70x 2.10m, 2.10x2.40m, 2.50x2.90m, 1.30x1.60m, 1.50x1.80 y 2.30x2.70m, todas con una altura de 50cm, la malla consta de acero de 5/8" de diámetro con un espaciamiento a @.25, en el terreno que se encuentran las zapatas que sostienen las columnas rectangulares y en forma de T, desde el nivel de fondo de cimentación hasta el N.P.T. es de 2.20 metros, todas las zapatas

se encuentran unidas mediante un sobrecimiento de 40cm de altura y un ancho de 25cm, para los que están en dirección vertical (y), y los de dirección horizontal (x) cambia el ancho que es de 15cm, cuenta con acero de 3/8" de diámetro y de 1/4" para los estribos, que fueron colocados a un distanciamiento de @.20, desde el nivel de fondo de cimentación hasta el N.P.T. fue de 2 metros. La inspección visual, no se pudo realizar, ya que estos elementos estructurales se encuentran, no visibles

4.2. IDENTIFICAR LOS PARÁMETROS INTERVINIENTES UTILIZANDO EL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.

Para la evaluación de los parámetros se consideraron las fichas de registro que fueron desarrolladas durante la visita a la Institución Educativa (Anexos X, Y y Z). Con base en ella, se resuelve darle calificación a cada parámetro de los módulos como se muestra, seguidamente:

PARÁMETRO 1: SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN). MODULOS 3, 4 Y 5

Tabla 1: Clases que especifica el indicador 1

A	CUMPLE CON TODAS LAS CARACTERÍSTICAS.
B	NO CUMPLE (01 CARACTERÍSTICA)
C	NO CUMPLE (02 CARACTERÍSTICAS)
D	NO CUMPLE (03 O NINGUNA CARACTERÍSTICA)

Fuente: Elaboración propia

La construcción concluyó el 21 de junio del año 2018, por lo que tiene 4 años de antigüedad hasta la fecha actual, en la que se está realizando la evaluación, de esta manera, la consideramos como construcción nueva. Además, la obra fue llevada a cabo por CVYG CONSTRUCTORES Y CONSULTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA, por lo que contó con Asesoría profesional durante su proceso. Asimismo, los muros de cada módulo se encuentran confinados en su totalidad mediante vigas y columnas. Debido a todos los criterios mencionados previamente, les corresponde calificación de "Clase A" en el parámetro 01 a los tres (3) módulos en estudio.

Tabla 2: Resultados del indicador 1

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 1°: SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO “3”	A
MÓDULO “4”	A
MÓDULO “5”	A

Fuente: Elaboración propia.

PARÁMETRO 2: SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)

MODULOS 3, 4 Y 5

Tabla 3: Clases que especifica el indicador 2

A	CUMPLE CON TODAS LAS CARACTERÍSTICAS.
B	NO CUMPLE (01 CARACTERÍSTICA)
C	NO CUMPLE (02 CARACTERÍSTICA)
D	NO CUMPLE (NINGUNA CARACTERÍSTICA)

Fuente: Elaboración propia

A raíz de que los muros se encuentren revocados en su totalidad, para este parámetro se ha considerado las características presentes en el expediente técnico. De esta manera, los ladrillo King Kong de 18 huecos, vienen a ser las unidades de albañilería, con un espesor de mortero de 12 mm. Además, para una mejor unión muro – columna, se colocó dos alambres del N°8 cada 3 hiladas de ladrillos. A consecuencia de esto, los tres módulos reciben calificación “Clase A”.

Tabla 4: Resultados del indicador 2

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 2°: SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO “3”	A
MÓDULO “4”	A
MÓDULO “5”	A

Fuente: Elaboración propia.

PARÁMETRO 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL

MÓDULO 3

Tabla 5: Cálculo del indicador 3 – Módulo 3

Número de pisos	N=	2
Área total cubierta	At=	183.94 m ²
Área resistente	Ax=	6.57 m ²
	Ay=	7.71 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK	8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h	3.1 m
Peso específico de mampostería: peso por unidad de área de diagrama	Pm=	1 ton/m ²
	Ps=	0.4 ton/m ²
	A=	6.57
	B=	7.71
	α_0 =	0.036
	γ =	1.174
	Coef. Sísmico \hat{C} =	0.45
	q=	0.641981
	C=	0.347596
	α =	0.772436

Fuente: elaboración propia

Tabla 6: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 5

A	EDIFICIO, tiene un valor ($\alpha \geq 1$)
B	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.6 \leq \alpha \leq 1$)
C	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.4 \leq \alpha \leq 0.6$)
D	EDIFICIO, tiene un valor entre ($\alpha \leq 0.4$)

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 4:

Tabla 7: Cálculo del indicador 3 – Módulo 4

Número de pisos	N=	2
Área total cubierta	At=	139.53 m ²
Área resistente	Ax=	4.95 m ²
	Ay=	5.2 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK	8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h	3.1 m
Peso específico de mampostería: peso por unidad de área de diagrama	Pm=	1 ton/m ²
	Ps=	0.4 ton/m ²
	A=	4.95
	B=	5.2
	α_0 =	0.035
	γ =	1.051
	Coef. Sísmico \hat{C} =	0.45
	q=	0.6255071
	C=	0.347596
	α =	0.7933135

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 7

A	EDIFICIO, tiene un valor ($\alpha \geq 1$)
B	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.6 \leq \alpha \leq 1$)
C	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.4 \leq \alpha \leq 0.6$)
D	EDIFICIO, tiene un valor entre ($\alpha \leq 0.4$)

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 5:

Tabla 9: Cálculo del indicador 3 – Módulo 5

Número de pisos	N=	2
Área total cubierta	At=	312.25 m ²
Área resistente	Ax=	7.89 m ²
	Ay=	13.04 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK	8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h	3.1 m
Peso específico de mampostería: peso por unidad de área de diagrama	Pm=	1 ton/m ²
	Ps=	0.4 ton/m ²
	A=	7.89
	B=	13.04
	α_0 =	0.025
	γ =	1.653
	Coef. Sísmico \hat{C} =	0.45
	q=	0.6077918
	C=	0.2658279
	α =	0.5907286

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Clases que especifica el indicador 3 según el resultado de la Tabla 9

A	EDIFICIO, tiene un valor ($\alpha \geq 1$)
B	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.6 \leq \alpha \leq 1$)
C	EDIFICIO, tiene un valor entre ($0.4 \leq \alpha \leq 0.6$)
D	EDIFICIO, tiene un valor entre ($\alpha \leq 0.4$)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Resultados del indicador 3

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 3º: RESISTENCIA CONVENCIONAL	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO "3"	B
MÓDULO "4"	B
MÓDULO "5"	C

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 4: EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN).

MÓDULOS 3, 4 Y 5

Tabla 12: Clases que especifica el indicador 4

A	El Edificio, se encuentra sobre un terreno que es estable y tiene una pendiente que es inferior o igual a un 10%. El asentamiento se ubica en una misma cota. Falta de empuje que no es equilibrado, a causa de un terraplén.
B	La cimentación del Edificio está sobre una roca, la cual tiene pendiente entre un 10% y 30%, o incluso sobre el terreno, que es suelto o con pendiente de 10 % y 20%. Las cotas, tienes una diferencia máxima inferior a un metro. Falta de empuje que no es equilibrado, a causa de un terraplén.
C	La cimentación del Edificio está sobre un terreno "suelto", la cual tiene pendiente entre un 20% y 30%, o incluso sobre terreno "rocoso", el cual tiene pendiente entre un 30% y 50%. Las cotas, tienen una diferencia máxima en la fundación inferior a un metro. Existe presencia de empuje que no es equilibrado, a causa de un terraplén.
D	La cimentación del Edificio está sobre un terreno "suelto", la cual tiene una pendiente que es mayor a 30%, o incluso se encuentra sobre un terreno "rocoso", que tiene una pendiente que es mayor al 50%. Las cotas, tiene una diferencia máxima en la fundación, que es superior a un metro. Existe presencia de empuje que no es equilibrado, a causa de un terraplén.

Fuente: Elaboración propia

La Institución Educativa Daniel Alcides Carrión, se encuentra situada en la sierra piurana, más específicamente en el Caserío Chulucanas Bajo en el distrito El Carmen de la Frontera en la provincia de Huancabamba. A pesar de ubicarse a más de 3100 m.s.n.m., los módulos en estudio están cimentados en terrenos con pendientes inferiores al 10%, por esta razón recibe la clasificación "A".

Tabla 13: Resultados del indicador 4

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 4°: EDIFICIO Y CIMENTACIÓN. (POSICIÓN)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO "3"	A
MÓDULO "4"	A
MÓDULO "5"	A

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 5: DIAGRAMAS HORIZONTALES.

MÓDULOS 3, 4 Y 5.

Tabla 14: Clases que especifica el indicador 5

A	Los diafragmas del Edificio, de cualquier tipo, tienen las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con planos a desnivel. - El diagrama, tiene deformidad. - Conexión eficaz entre diafragma y muros.
B	El diafragma del Edificio es como el de la clase A, pero que (no cumple) con una condición.
C	El diafragma del Edificio es como el de la clase A, pero que (no cumple) con dos condiciones.
D	El diafragma del Edificio no cumple con ninguna condición, antes mencionada.

Fuente: Elaboración propia

Los módulos cuentan con techo "a dos aguas", por esta razón se considera clase "B", pues ya no cumple con la condición de no presentar planos a desnivel.

Tabla 15: Resultados del indicador 5

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 5°: DIAFRAGMAS HORIZONTALES.	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO 3	B
MÓDULO 4	B
MÓDULO 5	B

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

MÓDULO 3

Tabla 16: Indicador 6 – módulo 3

L=	15.84	m
a=	5.84	m
b=		m
$\beta_1 =$	0.36869	
$\beta_2 =$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 3

A	Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 4

Tabla 18: Indicador 6 – módulo 4

L=	23.65	m
a=	5.9	m
b=		m
$\beta_1 =$	0.24947	
$\beta_2 =$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 4

A	Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 5

Tabla 20: Indicador 6 – módulo 5

L=	23.65	m
a=	7.9	m
b=		m
$\beta_1 =$	0.33404	
$\beta_2 =$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Clases que especifica el indicador 6 – Módulo 5

A	Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$

Fuente: Elaboración propia

Los tres módulos fueron calificados como clase “D” debido a su forma rectangular alargada en un sentido, pues estas formas pueden generar torsión durante un movimiento telúrico.

Tabla 22: Resultados del indicador 6

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 6°: CONFIGURACIÓN EN PLANTA	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO 3	D
MÓDULO 4	D
MÓDULO 5	D

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

MÓDULOS 3, 4 Y 5

En el caso de los tres módulos $T=H$, entonces:

$$\frac{T}{H} = 1$$

Tabla 25: Indicador 8 – módulo 3

L=	3.14	m
S=	0.15	m
L/S=	20.9333	

Fuente: Elaboración propia

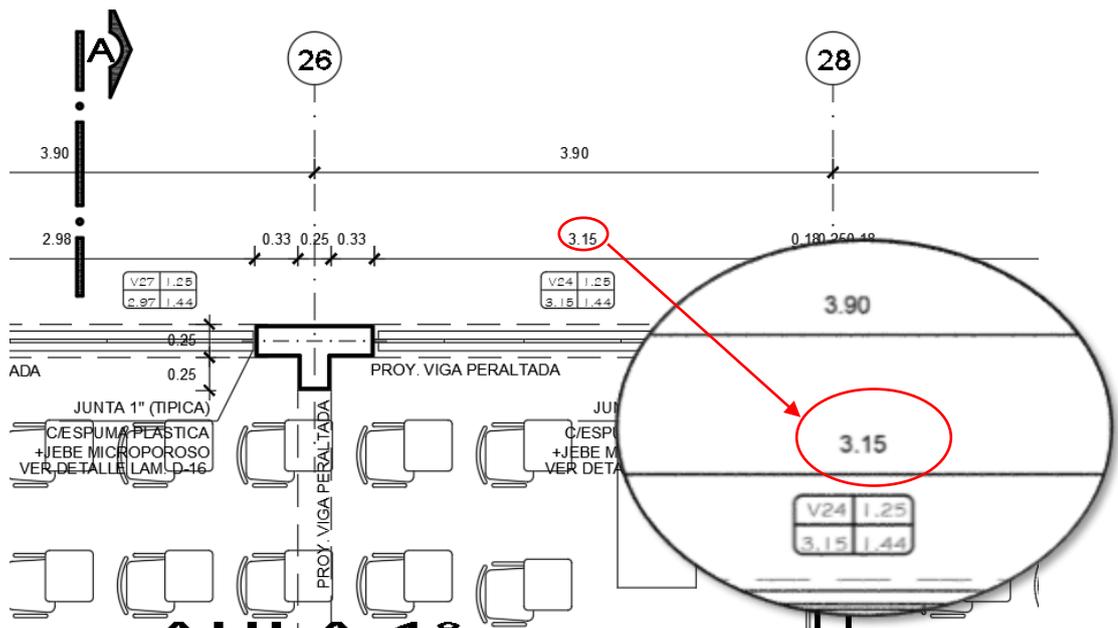
Tabla 26: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 3

A	Si $L/S \leq 15$
B	Si $15 \leq L/S \leq 18$
C	Si $0.18 \leq L/S \leq 0.25$
D	Si $25 \leq L/S$

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 4

Imagen 6: Separación máxima (entre muros) - módulo 4



Fuente: Planos del colegio

Tabla 27: Indicador 8 – módulo 4

L=	3.15	m
S=	0.15	m
L/S=	21	

Fuente: Elaboración propia

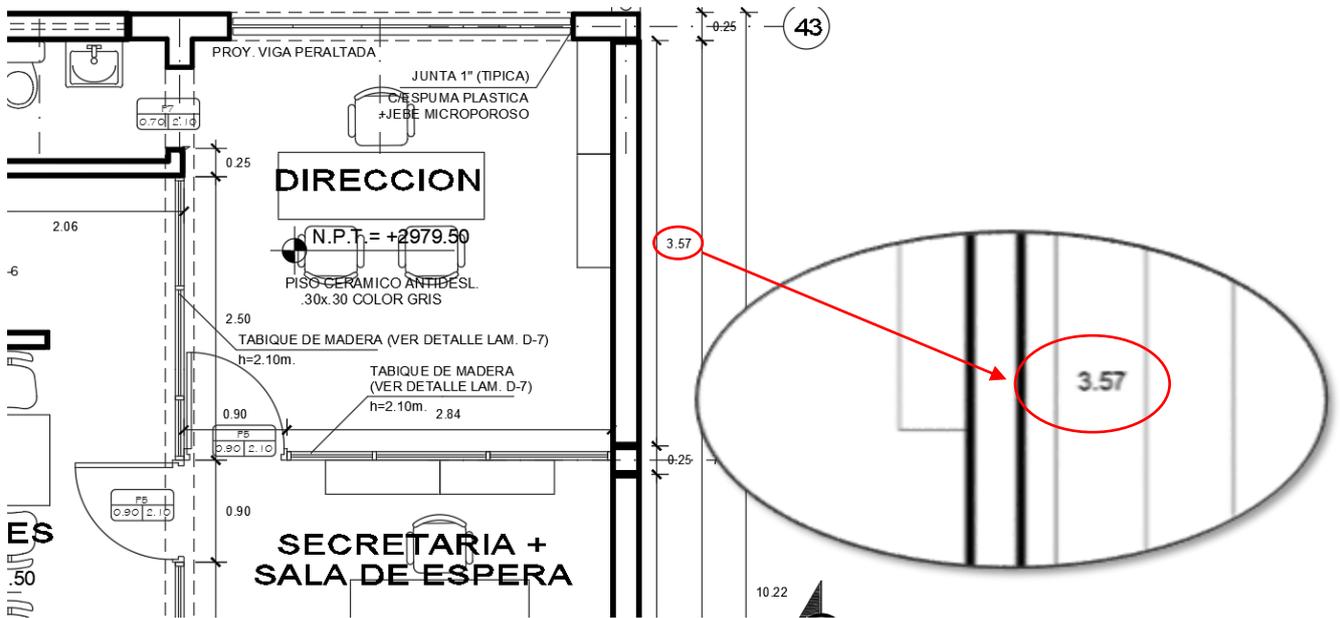
Tabla 28: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 4

A	Si $L/S \leq 15$
B	Si $15 \leq L/S \leq 18$
C	Si $0.18 \leq L/S \leq 0.25$
D	Si $25 \leq L/S$

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 5

Imagen 7: Separación máxima (entre muros) - módulo 5



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Indicador 8 – módulo 5

L=	3.57	m
S=	0.15	m
L/S=	14.28	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Clases que especifica el indicador 8 – módulo 5

A	Si $L/S \leq 15$
B	Si $15 \leq L/S \leq 18$
C	Si $0.18 \leq L/S \leq 0.25$
D	Si $25 \leq L/S$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Resultados del indicador 8

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 8º: SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO 3	C
MÓDULO 4	C
MÓDULO 5	A

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 9: CUBIERTA (TIPO)

MÓDULOS 3, 4 Y 5

Tabla 32: Clases que especifica el indicador 9

A	<p>En el caso que el edificio y sus fuerzas sísmicas, cumple con las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La cubierta, es estable y se encuentra correctamente conectada a los muros, con amarres y/o conexiones adecuadas, haciendo uso de tornillos como alambres, las cuales aseguran una respuesta del diafragma rígida. - En las vigas, tiene provisto de arriostramiento, y respecto a las distancias entre éstas, no son muy amplias. - La cubierta plana de losa aligerada, se encuentra correctamente conectada y apoyada.
B	El Edificio, no cumple con (01 característica) indicada en la clase A.
C	El Edificio, no cumple con (02 características) indicadas en la clase A.
D	El Edificio, no cumple con ninguna de las características de la clase A.

Fuente: Elaboración propia

La calificación que reciben los tres módulos en este parámetro es “B” debido a que no cumple con la característica de ser cubierta plana, pues se trata de un techo a dos aguas en los edificios estudiados.

Tabla 33: Resultados del indicador 9

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 9°: CUBIERTA (TIPO)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MÓDULO 3	B
MÓDULO 4	B
MÓDULO 5	B

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 10: ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)

MÓDULOS 3, 4 Y 5

Tabla 34: Clases que especifica el indicador 10

A	El Edificio, no cuenta con parapetos, ni cornisas.
B	El Edificio, cuenta con parapetos, como también cornisas, las cuales están conectadas de manera correcta en la pared.
C	El Edificio, tiene elementos de dimensión pequeña, se encuentran mal vinculados, en la pared.
D	El Edificio, tiene en el techo otro tipo de componentes, los cuales están vinculados de una manera incorrecta a la estructura. Cuenta con componente que tiene un peso característico, los elementos están contruidos erróneamente, los cuales puede incluso desprenderse y caer, en caso de sismo.

Fuente: Elaboración propia

Los balcones o pasillos de circulación, que se encuentran en la segunda planta de cada edificación, cuentan con parapeto debidamente confinado. Por esta razón se le califica con clase “B” a los tres módulos.

Tabla 35: Resultados del indicador 10

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 10º: ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MODULO 3	B
MODULO 4	B
MODULO 5	B

Fuente: Elaboración propia

PARÁMETRO 11: ESTADO DE CONSERVACION

MÓDULO 3

Tabla 36: Clases que especifica el indicador 11 – módulo 3

A	Los Muros, tienen buena consideración, sin daños visibles.
B	Los Muros, que presenten lesiones capilares no extendidas, a excepción de los casos en cuales dichas lesiones han sido producto por fenómenos sísmicos.
C	Los Muros tienen lesiones de tamaño medio, comprendido entre 2 a 3 mm (ancho), o con daños capilares producto de terremotos. El edificio, presente un estado mediocre, respecto a su conservación, para con la mampostería.
D	Los Muros, presentan un deterior considerable, respecto a sus materiales, los cuales son constituyentes, asimismo, lesiones muy graves, de una dimensión de 3mm (ancho).

Fuente: Elaboración propia

Módulos 4 y 5

Tabla 37: Clases que especifica el indicador 11 – módulos 4 y 5

A	Los Muros, tienen buena consideración, sin daños visibles.
B	Los Muros, que presenten lesiones capilares no extendidas, a excepción de los casos en cuales dichas lesiones han sido producto por fenómenos sísmicos.
C	Los Muros tienen lesiones de tamaño medio, comprendido entre 2 a 3 mm (ancho), o con daños capilares producto de terremotos. El edificio, presente un estado mediocre, respecto a su conservación, para con la mampostería.
D	Los Muros, presentan un deterior considerable, respecto a sus materiales, los cuales son constituyentes, asimismo, lesiones muy graves, de una dimensión de 3mm (ancho).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Resultados del indicador 11

INSTITUCIÓN EDUCATIVA: DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO 11°: ESTADO DE CONSERVACIÓN	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
MODULO 3	D
MODULO 4	B
MODULO 5	B

Fuente: Elaboración propia

4.3. EVALUAR LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 14456 “DANIEL ALCIDES CARRIÓN”, HUANCABAMBA.

Según la escala del método empleado, el I.V., se consigue a través de un resultado conjunto de valores numéricos, los cuales expresan la vulnerabilidad sísmica de cada parámetro estudiado. Pues, a cada uno de estos se le atribuye una clasificación (A, B, C o D) de acuerdo con las características que presentan. Estas clases cuentan con un valor numérico que varía de acuerdo con el parámetro en cuestión.

MÓDULO 3:

Tabla 39: Detalle de calificación de parámetros del módulo 3

	PARÁMETROS	CALIFICACIÓN
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	A
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	A
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	B
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	A
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	B
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	D
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	A
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	C
9	CUBIERTA (TIPOS)	B
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	B
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	D

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 3

	PARÁMETROS	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	0	5	20	45	1.0	0
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	0	5	25	45	0.25	0
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	0	5	25	45	1.5	7.5
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	0	5	25	45	0.75	0
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	0	5	15	45	1.0	5
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	0	5	25	45	0.5	22.5
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	0	5	25	45	1.0	0
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	0	5	25	45	0.25	6.25
9	CUBIERTA (TIPOS)	0	15	25	45	1.0	15
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	0	0	25	45	0.25	0
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	0	5	25	45	1.0	45
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA							101

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Rango de índice de vulnerabilidad

Rango de índice de vulnerabilidad sísmica	Valores
Vulnerabilidad sísmica BAJA	0 - 95.63
Vulnerabilidad sísmica MEDIA BAJA	95.63 – 191.30
Vulnerabilidad sísmica MEDIA ALTA	191.30 – 286.30
Vulnerabilidad sísmica ALTA	286.30 – 382.50

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 4:

Tabla 42: Detalle de calificación de parámetros del módulo 4

	PARÁMETROS	CALIFICACIÓN
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	A
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	A
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	B
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	A
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	B
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	D
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	A
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	C
9	CUBIERTA (TIPOS)	B
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	B
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 4

PARÁMETROS		KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	0	5	20	45	1.0	0
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	0	5	25	45	0.25	0
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	0	5	25	45	1.5	7.5
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	0	5	25	45	0.75	0
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	0	5	15	45	1.0	5
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	0	5	25	45	0.5	22.5
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	0	5	25	45	1.0	0
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	0	5	25	45	0.25	6.25
9	CUBIERTA (TIPOS)	0	15	25	45	1.0	15
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	0	0	25	45	0.25	0
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	0	5	25	45	1.0	5
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA							61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Rango de índice de vulnerabilidad

Rango de índice de vulnerabilidad sísmica	Valores
Vulnerabilidad sísmica BAJA	0 - 95.63
Vulnerabilidad sísmica MEDIA BAJA	95.63 – 191.30
Vulnerabilidad sísmica MEDIA ALTA	191.30 – 286.30
Vulnerabilidad sísmica ALTA	286.30 – 382.50

Fuente: Elaboración propia

MÓDULO 5:

Tabla 45: Detalle de calificación de parámetros del módulo 5

	PARÁMETROS	CALIFICACIÓN
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	A
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	A
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	C
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	A
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	B
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	D
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	A
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	A
9	CUBIERTA (TIPOS)	B
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	B
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Evaluación de índice de vulnerabilidad del módulo 5

	PARÁMETROS	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	SISTEMA RESISTENTE (ORGANIZACIÓN)	0	5	20	45	1.0	0
2	SISTEMA RESISTENTE (CALIDAD)	0	5	25	45	0.25	0
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	0	5	25	45	1.5	37.5
4	EDIFICIO Y CIMENTACIÓN (POSICIÓN)	0	5	25	45	0.75	0
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	0	5	15	45	1.0	5
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	0	5	25	45	0.5	22.5
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	0	5	25	45	1.0	0
8	SEPARACIÓN MÁXIMA (ENTRE MUROS)	0	5	25	45	0.25	0
9	CUBIERTA (TIPOS)	0	15	25	45	1.0	15
10	ELEMENTOS (NO ESTRUCTURALES)	0	0	25	45	0.25	0
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	0	5	25	45	1.0	5
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA							85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Rango de índice de vulnerabilidad

Rango de índice de vulnerabilidad sísmica	Valores
Vulnerabilidad sísmica BAJA	0 - 95.63
Vulnerabilidad sísmica MEDIA BAJA	95.63 – 191.30
Vulnerabilidad sísmica MEDIA ALTA	191.30 – 286.30
Vulnerabilidad sísmica ALTA	286.30 – 382.50

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIONES

En cuanto al primer objetivo de la presente tesis que es identificar las características estructurales de los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa no se ha podido desarrollar discusión alguna debido a la ausencia de trabajos previos que hayan considerado objetivos similares al que nos propusimos al inicio del presente trabajo de investigación.

En cuanto al segundo objetivo que es señalar los indicadores intervinientes, usando el método Benedetti - Petrini en los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa. Los autores nos encontramos de acuerdo con lo que presentan ECHEVERRÍA y MONROY (2021) en su investigación sobre la aplicación de este método en edificaciones de mampostería. Pues, ahí indican que, al no contemplar agentes como humedad, corrosión, erosión, entre otros; es posible que no se les brinde el mantenimiento o la subsanación adecuada, lo cual generaría que el comportamiento sísmico de la edificación sea irregular.

Correspondiente al tercer objetivo específico que es evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica de los módulos 3,4 y 5 del Local Educativo N° 14456 "Daniel Alcides Carrión", Huancabamba. Los autores nos encontramos de acuerdo con lo expuesto por LAMA y QUEVEDO (2021). Donde señalan que, a causa de que colegio, se ubique en la zona sísmica 4, es recomendable realizar evaluaciones sísmicas a Instituciones educativas, con el propósito de tomar acciones mitigantes.

VI. CONCLUSIONES

- La Institución Educativa Daniel Alcides Carrión está conformada por seis módulos, de los cuales tres (módulo de primaria [3], módulo de secundaria [4] y módulo de administración [5]) ingresaron en la evaluación para el presente proyecto, por ser estructuras de dos plantas, de las cuales se determinó que dichos módulos, se encuentran constituidos por: columnas de cuatro tipos (C-1, C-2, C-3 y C-4) de diseño rectangular, cuadradas y del tipo T, las cuales cuentan con acero de 3/4", y 5/8" de diámetro, de las cuales solo una columna en el módulo 3, presentó una grieta considerable, así mismo, cuenta con vigas chatas, cumbreras, inclinadas, soleras y de arriostre, las cuales tienen de dos a tres secciones a excepción de la viga V-102 que cuenta con seis secciones, para el módulo 5, por tener un largo de 10m y por ende el momento va a variar, el acero considerado para este elemento estructural es: 1/2", 3/8", 5/8", 1" de diámetro, su diafragma es de diseño uniforme, cuenta con losa de una sola dirección y su alto es de 20cm, las escaleras de los tres módulos tienen una altura de 3.30m, distribuida en 20 pasos para cada nivel, con un descanso de 3.85x1.90m, los muros cuentan con ladrillo de 18 huecos (King Kong) y su tipo de amarre es de soga, tiene un reforzamiento de columna – muro con alambre N° 08, cada 3 hileras, respecto a la cimentación las zapatas tienen una dimensión de 0.50x2.4x0.50m, de acuerdo a los planos el terreno contó con un mejoramiento de OVER, hormigón y afirmado.
- Los índices de vulnerabilidad fueron analizados mediante la valoración cuantitativa del método Benedetti-Pretrini. Por ello, de los datos que se obtuvieron, se ha podido determinar que el Módulo 3 (Aulas de Educación Primaria), expone un índice de vulnerabilidad de 101, colocándose en el rango de vulnerabilidad sísmica MEDIA BAJA, para el módulo 4 (Aulas de Educación Secundaria), de acuerdo al método aplicado se obtuvo un I.V. de 61, por lo que ostenta una vulnerabilidad sísmica BAJA y el módulo 5 (Administración – Talleres de educación Primaria y Secundaria), obtuvo un índice de vulnerabilidad de 85, que ubica a este módulo en la categoría de sismicidad BAJA.

- La presencia de sales, humedad y fisuras, en gran parte de los tres módulos, es un causante de deficiencias en el estado de preservación de la estructura, lo cual participa en la manera de responder de las estructuras, ante un sismo.
- La columna ubicada entre los ejes J y 12 del módulo 3 (Aulas de Educación Primaria), presenta considerable deficiencia (grieta), la cual debe ser tratada con el fin de evitar futuros problemas estructurales, como también asegurar una calidad de vida segura para los estudiantes de este nivel de educación.
- El método italiano resulta muy práctico para las evaluaciones de la vulnerabilidad sísmica en locales educativos a través de sus once parámetros a analizar, por lo que permite indagar rápidamente las deficiencias como puntos débiles en una edificación, mediante una inspección visual la cual servirá para poder mitigar, a futuro, el grado de peligro ante un sismo.
- De acuerdo con la mayor incidencia obtenida mediante este método, los parámetros más significativos en la presente evaluación son: Módulo tres y cuatro: Parámetro 6 (Configuración en planta) con un valor de 22.5 y para el Módulo 5: Parámetro 3 (Resistencia convencional), con un valor de 37.5.

VII. RECOMENDACIONES

- Se deben realizar evaluaciones de esta índole en los locales educativos de la provincia de Huancabamba, pues de acuerdo a la última “evaluación geofísica y geodinámica de los deslizamientos de tierra, que están afectan la seguridad en la ciudad antes mencionada”, a cargo del (IGP, 2022), a raíz del sismo del 26 de mayo en el año 2019 ocurrido en Lagunas - Loreto, arrojaron que existen 15 deslizamientos activos, producto de ello en un periodo de 4 años, el sector central de la ciudad, presenta desplazamientos de hasta 4.5cm, sumado a ello, es la ubicación de la ciudad, la cual se encuentra asentada sobre un tipo de ladera, que se encuentra inestable, sumado a ello la pendiente moderada que tiene, por lo que se deduce que toda la ciudad está en riesgo.
- Los datos obtenidos, analizados y registrados en el presente estudio, en su base de datos, deben formar parte de estudios futuros, para ser actualizados y/o considerados en modelos para mitigar los daños producto de los sismos.
- Se sugiere que los resultados encontrados, deben ser dados y tomados a conocimiento de la UGEL de la ciudad de Huancabamba y ésta remitirla al estado, para una evaluación más minuciosa que de acuerdo con ello se creen planes de prevención ante los desastres causados por los sismos.

REFERENCIAS

1. Díaz I. (2020). *Construcción Informal y Vulnerabilidad Sísmica en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano 4 de noviembre – Sullana, Piura*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería civil. Universidad César Vallejo
Disponibile en:
2. Echevarría R. y Monroy B. (2021). *Aplicación del método me índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama*. Universidad Santo Tomás. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Civil
3. Garay B. (2020). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en los centros educativos estatales del distrito Chilca provincia de Huancayo – 2019*. Universidad Peruana Los Andes.
4. García F. y Rumiche O. Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mochumi y líneas vitales aplicando índices de vulnerabilidad Benedetti-Petrini. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
5. García R. y Narro V. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el Método Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas en el Distrito de Cupisnique-Contumazá-Cajamarca, 2020*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Universidad César Vallejo.
https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/5314/IGP_2022_Huancabamba-deslizamientos-de-tierra.pdf?sequence=4&isAllowed=y
6. Instituto Geofísico del Perú (2022). Evaluación geofísica y geodinámica de los deslizamientos de tierra que afectan la seguridad física de la ciudad de Huancabamba.
7. Lama A. & Quevedo P. (2022). Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa N° 15026 Flora Córdova de Talledo – Bellavista- Sullana 2022. Tesis para optar por el título de ingeniero civil. Universidad César Vallejo.
8. Malhaber M. (2020). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizando los métodos observacionales INDECI y Benedetti Petrini en el distrito de*

- Chongoyape*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Señor de Sipán.
9. Marcillo G. (2019). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos Benedetti y Petrini; fema 154 del edificio carrera de ingeniería agropecuaria – UNESUM*. Proyecto de titulación, previo a la obtención del título de ingeniería civil. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
 10. Nisperuza L. (2019). *Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y la NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, municipio del Bagre Antioquia*. Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Constructor en Arquitectura e Ingeniería. Universidad Santo Tomás.
 11. Olivera C. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica mediante las curvas de fragilidad de la I.E. N° 20390, Chancay, Lima 2020*. Universidad César Vallejo.
 12. Páez D., & Hernández J. (2016) *Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones*. Obtenido de Revista Facultad de Ingeniería. (8):13-45.
 13. Quiroga R. (2019). *Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en la provincia de Sullana*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional de Piura
 14. Quispe S. (2021). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones aplicando la metodología de INDECI en la Urbanización El Rancho, Cutervo, Cajamarca*. Universidad César Vallejo.
 15. Saavedra P. *Vulnerabilidad sísmica utilizando método Benedetti Petrini en las viviendas de albañilería del AH. Buenos Aires, Sullana- Piura, 2021*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Universidad César Vallejo.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Estudio de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti-Petrini en la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión” – Huancabamba, 2022”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica utilizando el método Benedetti-Petrini en la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión”, Huancabamba, Perú, 2022?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuáles son las características estructurales de la institución educativa? ¿Cuáles son los parámetros intervinientes utilizando el método Benedetti-Petrini en la institución educativa? ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método observacional Benedetti-Petrini de la Institución Educativa Daniel Alcides Carrión?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la vulnerabilidad sísmica, aplicando el método observacional Benedetti-Petrini de los módulos 3,4 y 5 de la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión” de la provincia de Huancabamba.</p> <p>Objetivos Específicos: Identificar las características estructurales de los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa. Identificar los parámetros intervinientes utilizando el método Benedetti-Petrini en los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa. Evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica de los módulos 3,4 y 5 de la Institución Educativa N° 14456 “Daniel Alcides Carrión”, Huancabamba.</p>	<p>La presente investigación por ser de carácter no experimental no sugiere planteamiento de hipótesis, en todo caso, la presentación de resultados dará solución a los problemas propuestos.</p>	<p>Técnica: a) La observación</p> <p>Instrumento: a) Ficha de observación</p>

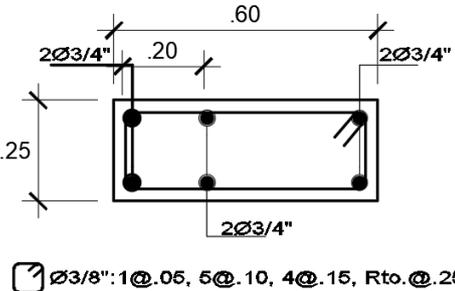
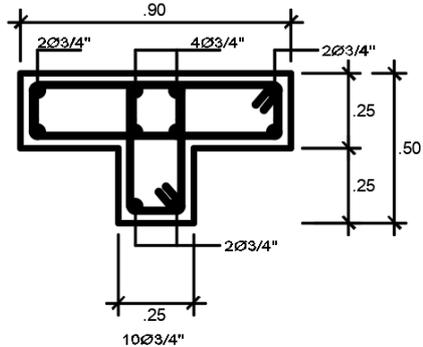
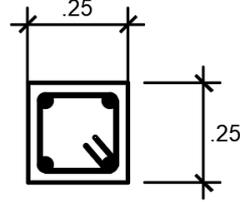
ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

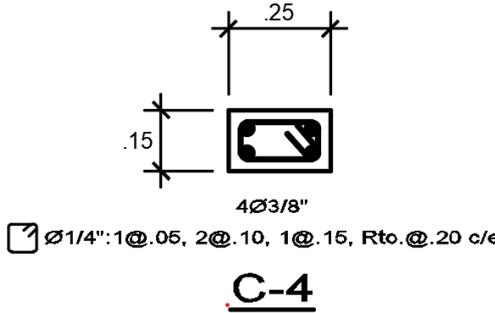
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p align="center">Vulnerabilidad Sísmica</p>	<p>Vulnerabilidad sísmica se refiere al grado de daños que puede sufrir una estructura y depende principalmente a las características de diseño y comportamiento estructural, también dependiendo de la calidad de materiales y los procesos constructivos. (Garay, 2019, p.15).</p>	<p>La vulnerabilidad sísmica se refiere a qué tan propensa se encuentra una edificación a sufrir daños o colapsar ante un evento sísmico.</p>	<p align="center">Configuración estructural</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conformación en planta ✓ Máxima distancia entre muros
			<p align="center">Parámetros intervinientes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistema resistente (Organización) ✓ Sistema resistente (Calidad). ✓ Resistencia convencional. ✓ Edificio y cimentación (Posición). ✓ Diafragmas Horizontales ✓ Configuración en planta. ✓ Configuración en elevación. ✓ Separación máxima (entre muros). ✓ Cubierta (Tipos). ✓ Elementos (no estructurales). ✓ Estado de conservación.
			<p align="center">Niveles de vulnerabilidad sísmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vulnerabilidad sísmica baja. ✓ Vulnerabilidad sísmica media baja. ✓ Vulnerabilidad sísmica media alta. ✓ Vulnerabilidad sísmica alta.

ANEXO 3: CUADRO DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

OBJETIVOS ESPECIFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Identificar las características estructurales de los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa.	Instituciones educativas públicas de la provincia de Huancabamba	Institución educativa Daniel Alcides Carrión	Observación	Fichas de observación
Identificar los parámetros intervinientes utilizando el método Benedetti-Petrini en los módulos 3,4 y 5 de la institución educativa.			Observación Análisis documental	Fichas de observación Fichas de recojo
Evaluar los índices de vulnerabilidad sísmica de los módulos 3,4 y 5 de la Institución Educativa N° 14456 "Daniel Alcides Carrión", Huancabamba.			Observación	Fichas de observación

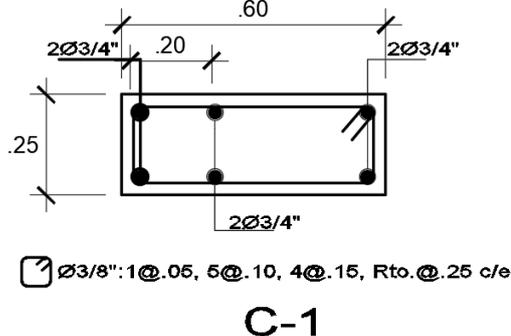
ANEXO 4: TABLA DE COLUMNAS DE LOS MÓDULOS 3, 4 Y 5

MÓDULO 3: AULAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA	
PLANO	FÍSICO
 <p style="text-align: center;">C-1</p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p> <p>La columna entre los ejes j y 12, presenta daños considerables,</p>
<p>Descripción: Presenta 12 columnas tipo C1</p>	
 <p style="text-align: center;">C-2</p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
<p>Descripción: Se constataron 8 del tipo C2</p>	
 <p style="text-align: center;">C-3</p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
<p>Descripción: Del tipo C3, existen 6 columnas</p>	

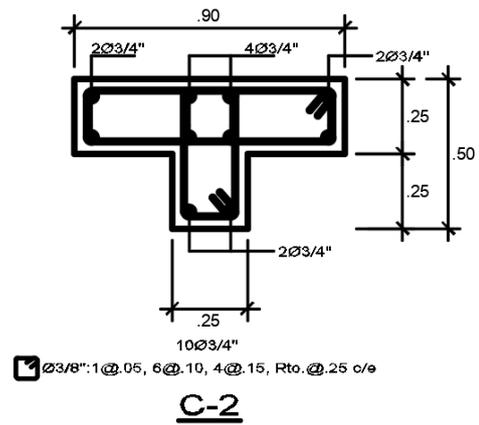
 <p style="text-align: center;"><u>C-4</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
---	---

Descripción: Se determinaron 32 columnas del tipo C4, estas columnas son de confinamiento que fueron colocadas a los bordes de columnas del tipo 1, 2 y 3, y en puntos para el ingreso.

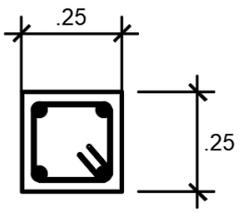
MÓDULO 4: AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

PLANO	FÍSICO
 <p style="text-align: center;"><u>C-1</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>

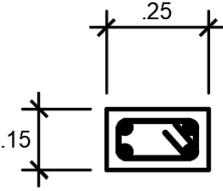
Descripción: Presenta 8 columnas tipo C1

 <p style="text-align: center;"><u>C-2</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
---	---

Descripción: Se constataron 6 del tipo C2

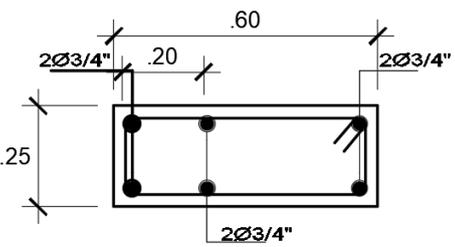
 <p>4Ø5/8"</p> <p>☑ Ø3/8": 1@.05, 6@.10, 4@.15, Rto. @.25 c/e</p> <p><u>C-3</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
---	---

Descripción: Del tipo C3, existen 4 columnas

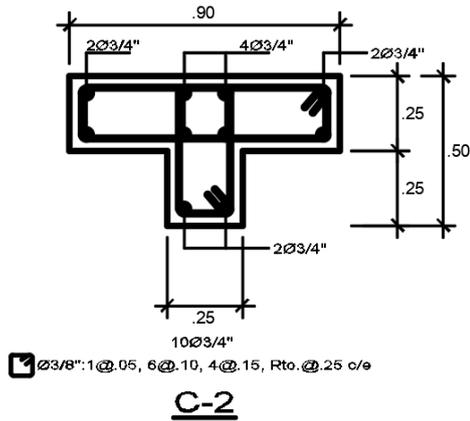
 <p>4Ø3/8"</p> <p>☑ Ø1/4": 1@.05, 2@.10, 1@.15, Rto. @.20 c/e</p> <p><u>C-4</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>
---	---

Descripción: Existen 24 columnas de confinamiento.

MÓDULO 5: ADMINISTRACIÓN – TALLERES DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

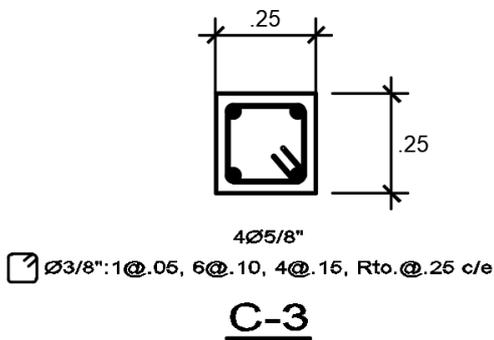
PLANO	FÍSICO
 <p>2Ø3/8": 1@.05, 5@.10, 4@.15, Rto. @.25 c/e</p> <p><u>C-1</u></p>	<p>No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.</p>

Descripción: Presenta 8 columnas tipo C1



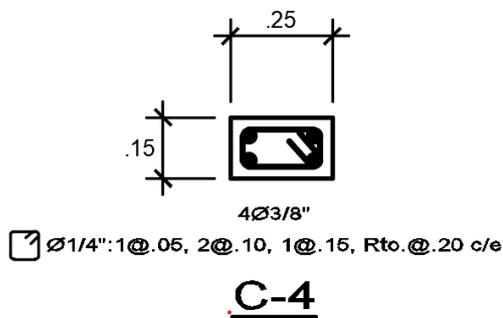
No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.

Descripción: Se constataron 16 del tipo C2



No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.

Descripción: Del tipo C3, existen 4 columnas



No tienen fisuras, pero si hay presencia de sales.

Descripción: Existen 65 columnas de confinamiento.

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS FACHADAS DE LOS 3 MÓDULOS EN ESTUDIO

Imagen (Anexo) 1: Muros del Módulo 3: Aulas de educación primaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 2: Muros del Módulo 4: Aulas de educación secundaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 3: Muros del Módulo 5: Administración – Talleres De Educación Primaria Y Secundaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 4: Medición de la altura de presencia de sales



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 5: Columna tipo I entre los ejes J y 12



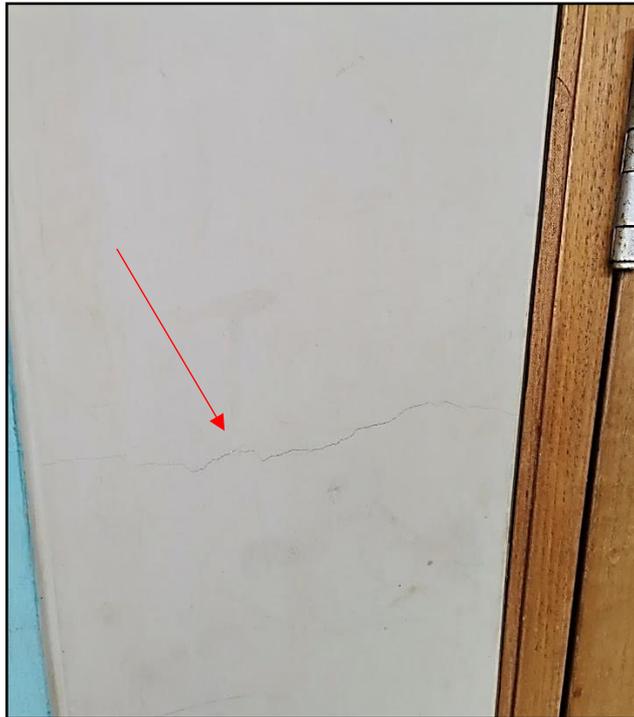
Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 6: Presencia de sales en columnas



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 7: Fisuras pequeñas



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 8: Presencia de sales



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 9: Columna con fisura y bordead



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 10: Fisuras en Vigas



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 11: Presencia de sales y desprendimiento de la pintura (Escalera de Educación Primaria)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 12: Humedad y daños (Escalera de Nivel Secundario)



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 13: Presencia de humedad (Escalera de Administración y Talleres)



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 14: Módulo 3 - Aulas de Educación Primaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 15: Módulo 4 - Aulas de Educación Secundaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 16: Módulo 5: Administración – Talleres De Educación Primaria y Secundaria



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 17: Muros Exteriores



Fuente: Elaboración Propia

Imagen (Anexo) 18: Vista general módulo 3



Fuente: elaboración propia

Imagen (Anexo) 19: Vista general módulo 4



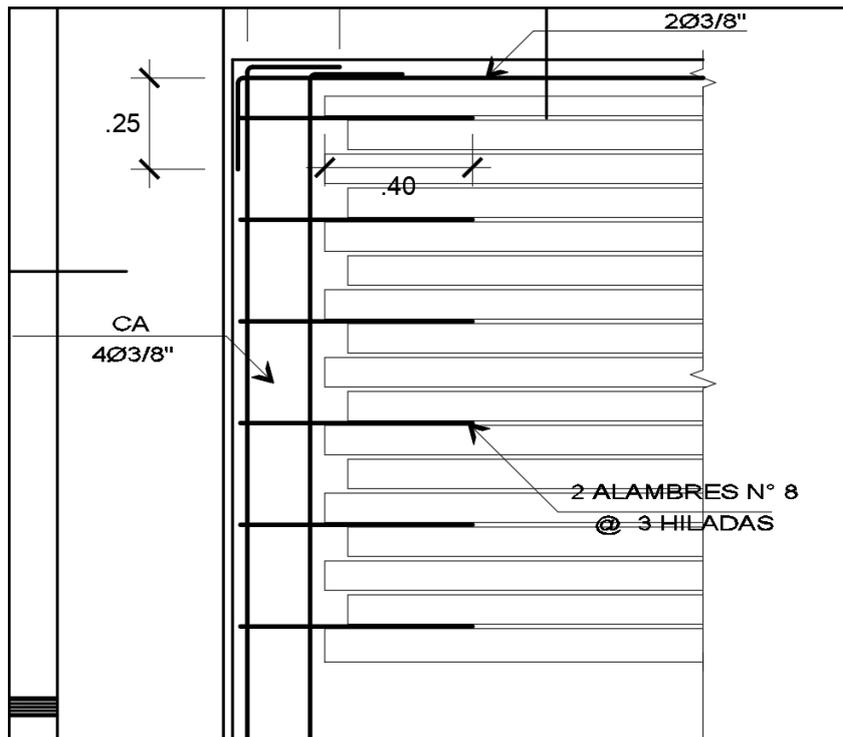
Fuente: elaboración propia

Imagen (Anexo) 20: Vista general módulo 5



Fuente: elaboración propia

Imagen (Anexo) 21: Detalle de muro



Fuente: Planos de estructuras

Imagen (Anexo) 22: Desarrollo parámetro 3 módulo 3

Párametro N°3 RESISTENCIA CONVENCIONAL

Número de pisos	N= 2
Área total cubierta	At= 182.94 m ²
Área resistente	Ax= 6.57 m ² Ay= 7.71 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK 8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h 3.1 m
Peso específico de mampostería:	Pm= 1 ton/m ²
peso por unidad de área de diagrama	Ps= 0.4 ton/m ²

$$A = \min \{A_x ; A_y\}$$

$$B = \max \{A_x ; A_y\}$$

$$a_o = A/A_t$$

$$\gamma = B/A$$

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

$$C = \frac{a_o \tau_k}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_o \tau_k (1 + \gamma)}}$$

$$\alpha = C/\bar{C}$$

A=	6.57
B=	7.71
α ₀ =	0.036
y=	1.174

Coef. Sísmico \bar{C} =	0.45
q=	0.641981
C=	0.3475961

$\alpha = 0.7724357$

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

I ALIGERADOS

Cuando se emplea el ladrillo hueco tradicional de 30x30 puede utilizarse la siguiente tabla:

Espesor de losa (cm)	kg/m ²
17	270
20	300
25	350
30	400

II. ACABADOS Y COBERTURAS

- Acabados (con falso piso): 20 kg/m² por cm de espesor
- Cobertura con Teja Artesanal: 160 kg/m²
- Pastelero asentado con barro: 100 kg/m²
- Plancha de asbesto-cemento: 2.5 kg/m² por mm de espesor

Norma E.070; Art. 13 - Especificaciones generales

Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES	
		f_c	f_m	v_m	
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)	
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)	
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)	
Silice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)	
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)	
Concreto	Bloque Tipo P (*)	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)	
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)	
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)	
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)	

Fuente: elaboración propia

Imagen (Anexo) 23: Desarrollo parámetro 3 módulo 4

Párametro N°3 RESISTENCIA CONVENCIONAL

Número de pisos	N= 2
Área total cubierta	At= 139.53 m ²
Área resistente	Ax= 4.95 m ² Ay= 5.2 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK 8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h 3.1 m
Peso específico de mampostería:	Pm= 1 ton/m ²
peso por unidad de área de diagrama	Ps= 0.4 ton/m ²

$$A = \min \{A_x ; A_y\}$$

$$B = \max \{A_x ; A_y\}$$

$$a_o = A/A_t$$

$$\gamma = B/A$$

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

$$C = \frac{a_o \tau_k}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_o \tau_k (1 + \gamma)}}$$

$$\alpha = C/\bar{C}$$

A=	4.95
B=	5.2
α ₀ =	0.035
y=	1.051

Coef. Sísmico \bar{C} =	0.45
q=	0.6255071
C=	0.3569911

$\alpha = 0.7933135$

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

I ALIGERADOS

Cuando se emplea el ladrillo hueco tradicional de 30x30 puede utilizarse la siguiente tabla:

Espesor de losa (cm)	kg/m ²
17	270
20	300
25	350
30	400

II. ACABADOS Y COBERTURAS

- Acabados (con falso piso): 20 kg/m² por cm de espesor
- Cobertura con Teja Artesanal: 160 kg/m²
- Pastelero asentado con barro: 100 kg/m²
- Plancha de asbesto-cemento: 2.5 kg/m² por mm de espesor

Norma E.070; Art. 13 - Especificaciones generales

Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES	
		f_c	f_m	v_m	
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)	
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)	
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)	
Silice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)	
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)	
Concreto	Bloque Tipo P (*)	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)	
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)	
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)	
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)	

Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 24: Desarrollo parámetro 3 módulo 5

Párametro N°3 RESISTENCIA CONVENCIONAL

Número de pisos	N= 2
Área total cubierta	At= 312.25 m ²
Área resistente	Ax= 7.89 m ² Ay= 13.04 m ²
Resistencia cortante de mampostería	tK 8.1 ton/m ²
Altura media de los pisos	h 3.1 m
Peso específico de mampostería:	Pm= 1 ton/m ²
peso por unidad de área de diagrama	Ps= 0.4 ton/m ²

$$A = \min \{A_x ; A_y\}$$

$$B = \max \{A_x ; A_y\}$$

$$a_o = A/A_t$$

$$\gamma = B/A$$

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

$$C = \frac{a_o \tau_k}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_o \tau_k (1 + \gamma)}}$$

$$\alpha = C/\bar{C}$$

A=	7.89
B=	13.04
α_o =	0.025
y=	1.653

Coef. Sísmico \bar{C} =	0.45
q=	0.6077918
C=	0.2658279

$\alpha = 0.5907286$

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

I ALIGERADOS

Cuando se emplea el ladrillo hueco tradicional de 30x30 puede utilizarse la siguiente tabla:

Espesor de losa (cm)	kg/m ²
17	270
20	300
25	350
30	400

II. ACABADOS Y COBERTURAS

- Acabados (con falso piso): 20 kg/m² por cm de espesor
- Cobertura con Teja Artesanal: 160 kg/m²
- Pastelero asentado con barro: 100 kg/m²
- Plancha de asbesto-cemento: 2.5 kg/m² por mm de espesor

Norma E.070; Art. 13 - Especificaciones generales

Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
		f_c	f_m	v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 25: Diafragma horizontal módulo 3



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 26: Diafragma horizontal módulo 4



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 27: Diafragma horizontal módulo 5

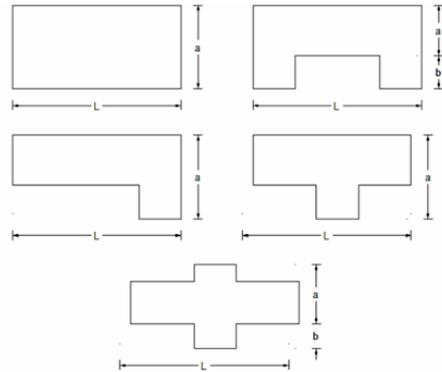


Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 28: Indicador 6 módulo 3

L=	15.84 m
a=	5.84 m
b=	m
$\beta_1 =$	0.36869
$\beta_2 =$	

- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B) Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
- C) Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
- C) Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$

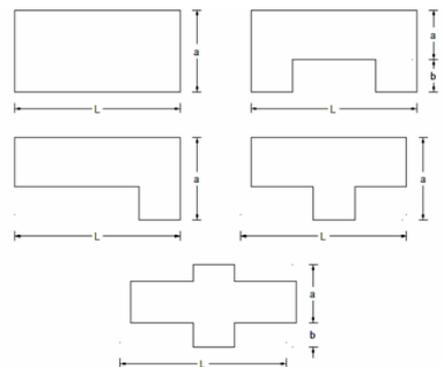


Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 29: Parámetro 6 módulo 4

L=	23.65 m
a=	5.9 m
b=	m
$\beta_1 =$	0.24947
$\beta_2 =$	

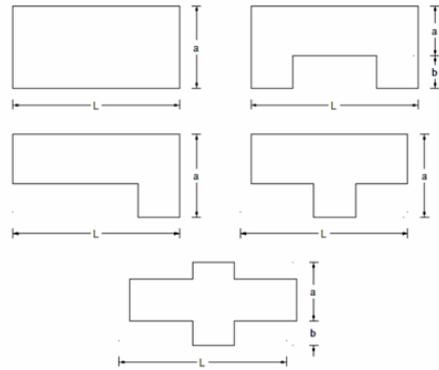
- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B) Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
- C) Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
- C) Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 30: Parámetro 6 módulo 5

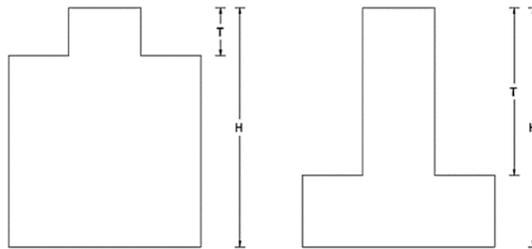
L=	23.65	m
a=	7.9	m
b=		m
$\beta_1 =$	0.33404	
$\beta_2 =$		



- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B) Edificio con $0.8 \geq \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
- C) Edificio con $0.6 \geq \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
- C) Edificio con $0.4 \geq \beta_1$ ó $0.3 \leq \beta_2$

Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 31: Configuración en elevación



Fuente: Método Benedetti – Petrini

Imagen (Anexo) 32: Tipo de cubierta



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 33: Parámetro 11 - Parapetos



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 34: Estado de conservación módulo 3



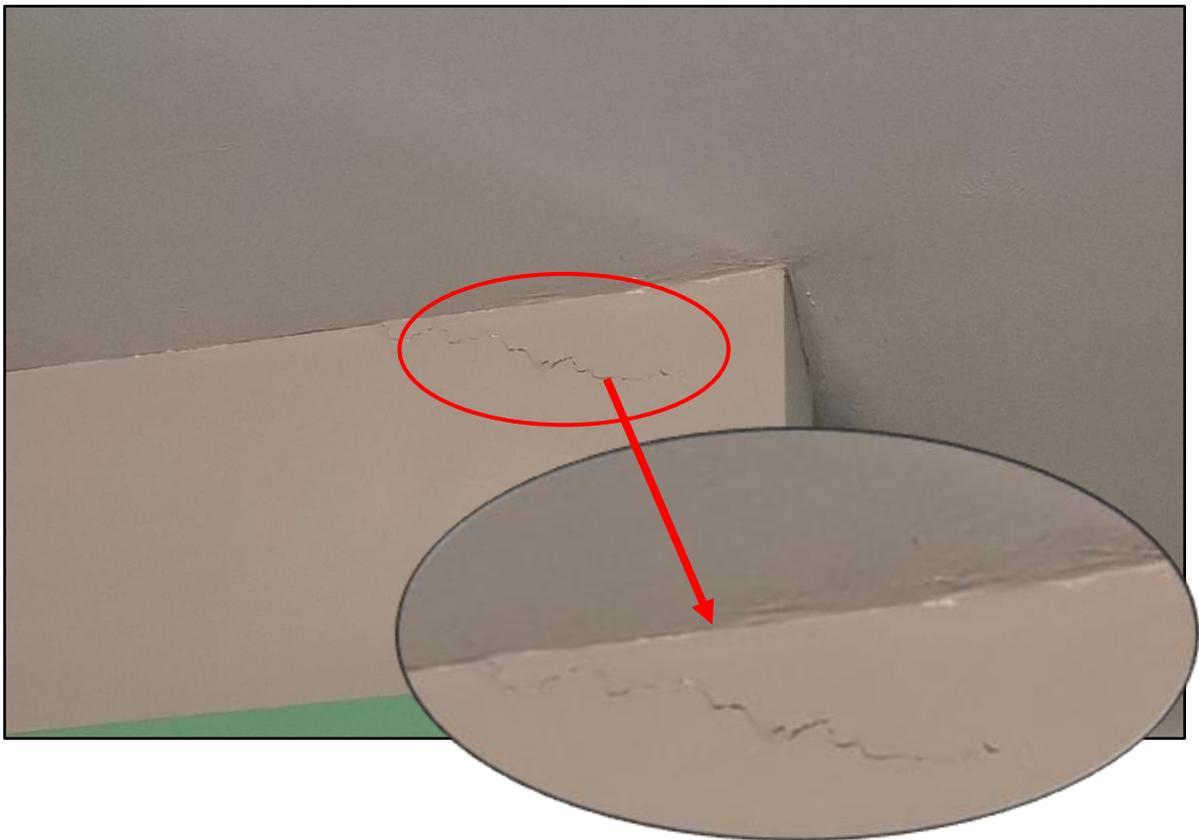
Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 35: Estado de conservación módulo 4



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 36: Estado de conservación módulo 5



Fuente: Elaboración propia

Imagen (Anexo) 37: Medición de altura de muros



Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Estudio de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti-Pretini en la Institución Educativa N° 14456 "Daniel Alcides Carrión" – Huancabamba, 2022", cuyos autores son YOVERA JIBAJA KAREM VERONICA, CASTRO RIVAS JOSE MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 11 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO DNI: 40534510 ORCID: 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 21-12- 2022 08:30:48

Código documento Trilce: TRI - 0483058