



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología BIM para determinar su vulnerabilidad sísmica, Tarapoto-2021”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Boria Amasifuén, Dilan Rubén (ORCID: [0000-0001-2092-2091](https://orcid.org/0000-0001-2092-2091))

Flores Tananta, Miguel Hernán (ORCID: [0000-0002-5484-2786](https://orcid.org/0000-0002-5484-2786))

**ASESOR:**

Msc. Paredes Aguilar, Luis: (ORCID: [0000-0002-1375-179X](https://orcid.org/0000-0002-1375-179X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**TARAPOTO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A Dios, por ser mi fortaleza a lo largo de este camino, por derramar su bendición, y llenarme de fuerza para vencer cada obstáculo y sobre todo por darme la sabiduría necesaria para culminar esta meta tan importante.

A mi madre, Reyna Amasifuén y mi abuelita Wilma Macedo, por su esfuerzo y sacrificio de brindarme amor, comprensión, respaldo y el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A nuestra universidad, que representa nuestro docente y asesor, Ing. Luis Paredes por la confianza que nos brinda, por los valores y conocimientos proporcionados.

Dilan R. Boria

Dedico este proyecto de investigación en primer lugar a Dios, a mi papa, mamá y mi abuelita que me ayudan a seguir adelante, y sobre todo me dan ánimos para seguir trabajando y estudiando al mismo tiempo.

Miguel H. Flores

## **Agradecimiento**

A Dios, por iluminarme en los momentos difíciles y brindarme las fuerzas necesarias para la realización del presente estudio de investigación. A Dios, por iluminarme en los momentos difíciles y brindarme las fuerzas necesarias para la realización del presente estudio de investigación.

Dilan R. Boria

A la universidad César Vallejo y los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil.

A nuestro asesor, Mg. Ing. Luis Paredes Aguilar, por brindarnos su tiempo y difundir sus conocimientos, sobre todo guiarnos a concluir con un buen trabajo, que con su destreza y rectitud como docente nos orientó a realizar un desarrollo bueno y provechoso para nuestro informe de investigación.

Miguel H. Flores

## Índice de Contenido

Caratula	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras y Gráficos.....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variable y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimiento.....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIÓN.....	52
VII. RECOMENDACIÓN.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
ANEXOS .....	61

## Índice de Tablas

Tabla N° 1: Identificación de las variables.....	21
Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos.....	23
Tabla N° 3: Magnitudes y Rangos para índice de vulnerabilidad normalizado...	24
Tabla N° 4: Distribución de ambientes.....	30
Tabla N° 5: Elementos estructurales (Viga Principal).....	31
Tabla N° 6: Elementos estructurales (Viga Secundaria).....	31
Tabla N° 7: Elementos estructurales (Columna).....	32
Tabla N° 8: Elementos estructurales (Losa aligerada).....	33
Tabla N° 9: Calculo de resistencia a la compresión.....	34
Tabla N° 10: Parámetros sísmicos.....	35
Tabla N° 11: Capacidad admisible del suelo.....	36
Tabla N° 12: Resultado de los ensayos de granulometría.....	36
Tabla N° 13: Limite de consistencia.....	37
Tabla N° 14: Ensayos de corte directo.....	37
Tabla N° 15: Resumen de calificación del índice de vulnerabilidad.....	38
Tabla N° 16: Organización del sistema resistente.....	38
Tabla N° 17: Calidad del sistema resistente.....	39
Tabla N° 18: Resistencia convencional.....	39
Tabla N° 19: Posición del edificio y cimentación.....	40
Tabla N° 20: Diafragmas horizontales.....	40
Tabla N° 21: Configuración en planta .....	41
Tabla N° 22: Configuración en elevación.....	41
Tabla N° 23: Distancia máxima entre columnas.....	42

Tabla N° 24: Elementos de baja ductilidad .....	42
Tabla N° 25: Elementos no estructurales.....	43
Tabla N° 26: Estado de conservación.....	43
Tabla N° 27: Cuadro de Resumen de secciones de vigas y columnas.....	46
Tabla N° 28: Desplazamiento de diafragma rígido por pisos en dirección X-X...	50
Tabla N° 29: Control de derivas elásticas de entrepisos X-X.....	50
Tabla N° 30: Control de derivas máximas inelásticas de entrepisos X-X.....	51
Tabla N° 31: Desplazamiento de diafragma rígido por pisos en dirección Y-Y...	51
Tabla N° 32: Control de derivas elásticas de entrepiso Y-Y.....	52
Tabla N° 33: Control de derivas máximas inelásticas de entrepisos Y-Y.....	54
Tabla N° 34: Control de derivas máximas en toda la estructura X-Y.....	54
Tabla N° 35: Formulario para la evaluación de vulnerabilidad.....	152
Tabla N° 36: Determinación de la Organización del Sistema resistente.....	163
Tabla N° 37: Determinación de la Calidad del sistema resistente.....	164
Tabla N° 38: Determinación de la Cortante Resistente.....	168
Tabla N°39: Peso total de la estructura existente – extraído del cálculo manual...	170
Tabla N° 40: Determinación de la posición y Cimentación.....	173
Tabla N° 41: Determinación del diagrama Horizontal.....	175
Tabla N° 42: Determinación de la Configuración en planta.....	176
Tabla N° 43: Cuadro de resumen de áreas de entrepiso.....	179
Tabla N° 44: Determinación de la configuración en elevación.....	179
Tabla N° 45: Determinación de la distancia máxima entre columnas.....	180
Tabla N° 46: Determinación de elementos de baja ductilidad.....	184
Tabla N° 47: Determinación de Elementos no estructurales.....	186

Tabla N° 48: Determinación del estado de conservación.....	189
Tabla N° 49: Resumen de la Evaluación de la vulnerabilidad Sísmica.....	188
Tabla N° 50: Escala de Índice de vulnerabilidad para estructuras de Caer.....	191
Tabla N° 51: Evaluación del índice de vulnerabilidad en el Módulo “1”. .....	191
Tabla N°52: Cálculo del índice de Vulnerabilidad Propia de la edificación.....	192
Tabla N°53: Aplicación del Riesgo de índice de vulnerabilidad normalizado.....	192
Tabla N°54: Resumen de calificación de vulnerabilidad sísmica.....	193

## Índice de Figuras y Gráficos

Figura N°01: Bidimensional de esfuerzo y determinación de un material.....	44
Figura N°02: Asignación de propiedades a los materiales del concreto existente.	45
Figura N°03: Asignación de sección de la Columna 1.....	46
Figura N°04: Asignación de sección de la Columna 2.....	47
Figura N°05: Asignación de sección de la Columna Circular.....	47
Figura N°06: Asignación de sección de Viga Principal.....	48
Figura N°07: Asignación de sección de Viga Secundaria.....	48
Figura N°08: Asignación de sección de Viga de Borde.....	49
Figura N°09: Isométrico del edificio modular en el programa Estas.....	49
Figura N°10: Espectro de Diseño para la Estructura de la I.E. Ofelia Velásquez.	50
Figura N°11: Deriva de entrepiso en el eje X-X.....	51
Figura N°12: Deriva de entrepiso en el eje Y-Y.....	53
Figura N°13: Plano de Localización y Ubicación.....	76
Figura N°14: Vista frontal de la Institución Educativa Ofelia Velásquez.....	77
Figura N°15: Marcado del Beich Mark.....	78
Figura N°16: Vista de estación total N° 01.....	78
Figura N°17: Inicio de levantamiento topográfico.....	79
Figura N°18: Plano de distribución de los ambientes en el módulo “1”.....	80
Figura N°19: Vista frontal del módulo “1” de la I.E Ofelia Velásquez.....	80
Figura N°20: Vista de elementos estructurales en modulo “1” primer nivel.....	81
Figura N°21: Vista de ambientes interiores de las aulas.....	81
Figura N°22: Vista de elementos estructurales en modulo “1” segundo nivel.....	82
Figura N°23: Vista de elementos estructurales, VP y VS en el tercer nivel.....	82



Figura N°24: Vista de elementos estructurales en modulo “1” tercer nivel.....	83
Figura N°25: Vista de trazo para el muestreo de la calicata.....	140
Figura N°26: Vista de excavación de suelo para extracción de muestra.....	140
Figura N°27: Vista de excavación de suelo para extracción de muestra.....	141
Figura N°28: Vista de excavación de suelo para extracción de muestra.....	141
Figura N°29: Parámetro evaluador de la configuración en planta.....	156
Figura N°30: Centro de masa y centro de rigidez.....	157
Figura N°31: Parámetro evaluador de la configuración en elevación.....	159
Figura N°32: idealización de la falla por columna corta.....	160
Figura N°33: Vista de elementos Estructurales: Losa, Vigas, columnas.....	165
Figura N°34: Vista de inspección de Muros en la parte posterior, superior.....	165
Figura N°35: Vista de inspección de Muros en la parte posterior, superior.....	165
Figura N°36: Vista de desprendimiento de concreto en borde de viga.....	166
Figura N°37: Vista de deficiencia de anclaje de muro con columna.....	167
Figura N°38: Vista del interior del Módulo “1” en la I.E Ofelia Velásquez.....	172
Figura N°39: Vista exterior del módulo “1” en la I.E Ofelia Velásquez.....	172
Figura N°40: Vista de los elementos de tipo viga-columna.....	174
Figura N°41: Unión de losa rígida con elementos estructurales viga-columna...	174
Figura N°42: Valores laterales en la configuración en planta del módulo “1”.....	177
Figura N°43: Vista en elevación – Geometría regular.....	177
Figura N°44: Escalera aislada por la junta sísmica del módulo “1”.....	178
Figura N°45: Configuración en elevación del módulo “1”.....	180
Figura N°46: Discontinuidad de columnas circulares y rectangular.....	181
Figura N°47: Vista de elementos resistentes de Viga-Columnas.....	181

Figura N°48: Vista del alfeizar y alturas de entrepiso.....	182
Figura N°49: Presencia de Columna corta en el primer nivel.....	183
Figura N°50: Presencia de columna corta en el segundo nivel.....	183
Figura N°51: Presencia de columna corta en el tercer nivel.....	184
Figura N°52: Elementos No estructurales anclado al sistema resistente.....	185
Figura N°53: Desprendimiento de concreto en viguetas.....	187
Figura N°54: Deterioro de viga de borde.....	187
Figura N°55: Grado de libertad cero en junta de separación entre edificio.....	188
Figura N°56: Desprendimiento de concreto en vigas secundarias en el 3° nivel...	189
Gráfico N°01: Asignación de valores a los parámetros de vulnerabilidad.....	191

## RESUMEN

La metodología que se usó en ésta tesis fue titulada “Evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología BIM para determinar su vulnerabilidad sísmica,Tarapoto-2021”,es de tipo no experimental transversal, de la misma forma tuvo como objetivo general, realizar la evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología Bim, en éste módulo de 03 niveles se obtuvo los resultados de los estudios de mecánica de suelos, donde se identificó que la capacidad portante es de 0.81 Kg/cm<sup>2</sup>,LL:27.62%,LP:18.84%, suelo tipo SC y A-4, y una topografía ligeramente accidentada con el 10% de pendiente e identificando las estructuras existentes, asimismo se pudo calcular con el programa Etabs, que el control de derivas no cumple las exigencias de la norma E-030 con un valor de 0.017148 y 0.023118 en la dirección X-Y, y con esta información obtenida se pudo determinar la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Ofelia Velásquez a través del método elegido, método que incluye 11 parámetros que fue evaluada en la estructura existente. Y como resultado final la evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, se obtuvo una Vulnerabilidad Normalizada Alta de 46.88, lo que significa que es vulnerable ante un evento sísmico de escalas medianas.

Palabras clave: vulnerabilidad, derivas, experimental, estructuras, sísmico.

## ABSTRACT

The methodology that was used in this thesis was titled "Evaluation of the educational infrastructure Ofelia Velázquez with the BIM methodology to determine its seismic vulnerability, Tarapoto-2021", it is of a non-experimental transversal type, in the same way it had the general objective of carry out the evaluation of the educational infrastructure Ofelia Velázquez with the Bim methodology, in this module of 03 levels the results of the soil mechanics studies were obtained, where it was identified that the bearing capacity is 0.81 Kg / cm<sup>2</sup>, LL: 27.62% , LP: 18.84%, soil type SC and A-4, and a slightly rugged topography with a 10% slope and identifying the existing structures, it was also possible to collate with the Etabs program that drift control does not meet the requirements of the E-030 standard with a value of 0.017148 and 0.023118 in the XY direction, and with this information obtained it was possible to determine the seismic vulnerability of the educational institution Ofelia Velázquez through the method All chosen, a method that includes 11 parameters that was evaluated in the existing structure. And as a final result, the evaluation of the educational infrastructure Ofelia Velázquez, a High Normalized Vulnerability of 46.88 was obtained, which means that it is vulnerable to a seismic event of medium.

Keywords: vulnerability, drift, experimental, structures, seismic.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los eventuales sismos no son predecibles con exactitud ni precisión y hace que la población contenga una realidad problemática, a nivel mundial o a nivel internacional de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes en grado educativo, no abarca una información precisa sobre la misma, puesto que estas infraestructuras son también de vital importancia porque aglomera cantidades considerables de personas en tiempos prolongados, y que son generados por los eventos sísmicos y sus consecuencias de manera desastrosas como lo ocurrido en Japón (2011), En EEUU en el estado de los Ángeles allá por los años de 1994), Colquecura Chile (,2010), y en la ciudad de México (1985). A nivel nacional, somos testigos de múltiples eventos sísmicos que en medida se dan a escalas de alta y baja sismicidad, debido a la ubicación de nuestro país en el mismo Cinturón de Fuego Circunspacífico, es allí donde se desarrolla aproximadamente el 80% de los sismos en el mundo, mediante un mecanismo llamado subducción donde la placa sudamericana está por encima de la placa de Nazca. Como es el caso del sismo ocurrido en Nazca, donde se observaron daños en las estructuras nuevas de los colegios construidos, que presentaban sistemas de pórticos en una dirección, con presencia de tabiquería en alturas diferentes, dando como patología las fallas por columna corta. Blanco (2005). En el ámbito local, se refiere al sismo ocurrido en la provincia de Lamas que se encuentra ubicado al norte y a unos 30 km de la ciudad de Tarapoto en el departamento de San Martín, el día 25 del mes de Septiembre en el año 2005 con epicentro al NE de Moyobamba a 115km, se debe mencionar, según los registros fue el sismo con mayor intensidad históricamente en dicha provincia, trayendo como consecuencia el desplome de múltiples viviendas de material noble y tapial, instituciones públicas y privadas, así mismo el fallecimiento de una persona Tavera; (2015). Una vez observada la realidad problemática, el presente trabajo de investigación objetiva evaluar la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología BIM para determinar su vulnerabilidad sísmica, Tarapoto-2021, para ello se usará el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, donde indica el nivel de deterioro que se puede pronosticar ante el desarrollo de un evento sísmico en un determinado lugar y tiempo. En referencia al análisis planteado en la realidad problemática se ha planteado la siguiente formulación del problema ¿Es posible realizar la evaluación de la infraestructura

educativa Ofelia Velásquez con la metodología Bim, Tarapoto - 2021? Entonces se debe indicar que los problemas específicos del presente trabajo de investigación han sido los que se mencionan: ¿Cuáles son los ambientes y elementos estructurales de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021?, ¿Cuál es la resistencia del concreto existente de los elementos estructurales que sostienen la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021?, ¿Cuál es la capacidad de carga admisible del suelo de la Infraestructura Educativa Estatal Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021?, ¿Cuál es el índice de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología Bim, Tarapoto - 2021?, Para la presente investigación se presentó la justificación teórica, justificación que objetiva evaluar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, con el objeto de evitar pérdidas humanas y materiales en el caso se desarrolle un movimiento sísmico. Como justificación práctica, el trabajo de investigación permitirá a los profesionales especialistas en la materia de sismo y estructuras, puedan comprender la magnitud en cuestión de energía liberada por un sismo. Como justificación social de acuerdo a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica los resultados servirán, para prevenir el riesgo sísmico, llámese a las pérdidas materiales y vidas humanas. Como justificación metodológica se proporcionará la guía del método de índice de vulnerabilidad para aplicar en futuras investigaciones y/o proyectos. Como justificación por conveniencia se aportará resultados reales, para contribuir de manera beneficiosa en la seguridad de los estudiantes de dicha institución, nuestro objetivo general fue: Realizar la evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con la metodología Bim, Tarapoto - 2021. Los objetivos específicos fueron los siguientes: Determinar los ambientes y elementos estructurales de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; Determinar la resistencia del concreto existente de los elementos estructurales que sostienen la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; Determinar la capacidad de carga admisible del suelo de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica en la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto – 2021, con la metodología BIM; Finalmente se presenta la Hipótesis General, se realizará la evaluación de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto – 2021, con la metodología Bim, Y como hipótesis específicas tenemos

la identificación de los ambientes y elementos estructurales que nos va permitir realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; La determinación de la resistencia del concreto nos permitirá conocer el estado resistente de los elementos estructurales que sostienen la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; El estudio de la capacidad de carga admisible del suelo nos permitirá conocer las propiedades mecánicas del terreno de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021; El cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica nos permitirá conocer de carácter relevante el estado vulnerable de la infraestructura educativa del Ofelia Velásquez, Tarapoto - 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales según: Quiroga, M. (2016), en su investigación titulada “Evaluación de Vulnerabilidad Estructural de Edificios del Centro de la ciudad de Bogotá utilizando la metodología de Índice de Vulnerabilidad”. (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. En la tesis se concluyó que: La metodología italiana refleja un valor cualitativo que describe o indica el estado actual de una edificación existente, así estructural, no estructural y funcional, y consecuentemente con la destreza del ingeniero especialista en la materia, pueda determinar los 11 parámetros que presenta el método de índice de vulnerabilidad. También concluye que el método que se aplica en la evaluación es sumamente sencillo, porque requiere de cálculos rápidos recopilados a través de fichas de recolección de datos, y con esta información evaluar la infraestructura, o edificio de manera sísmica, también una de las ventajas que tiene es, determinar de manera rápido el problema, y el planteamiento de la solución de manera económica. También concluye que el parámetro número 11, es el más importante de la metodología, porque aparte de indicar el estado de conservación de la estructura, también abarca la resistencia y la capacidad del suelo, por lo que un ligero descripción de información, resultaría dándole más vulnerabilidad a la estructura. Según Cortez, Á. (2017) “Evaluación de la vulnerabilidad Sísmica con el método italiano de Benedetti y Petrini e Hirosawa en los elementos estructurales ubicados en el Centro Histórico de la ciudad de Sincelejo, (Tesis Maestría), Madrid-España. Concluyó que: La estructura del edificio o el pabellón de análisis es de vulnerabilidad media con problemas de rigidez en sus direcciones X-Y como resultado final, y de valor IVA de 34.37. Según el análisis realizado con la metodología de Hirosawa donde se evalúan en las ambas direcciones X-X y Y-Y, nos determina según los procedimientos y cálculos que el nivel n°01 y el nivel n°02 son de alta vulnerabilidad de direcciones ya mencionadas, pero sin embargo resulta una zona segura en el tercer nivel en la dirección Y-Y, y como último se muestra también seguro en el piso número 06, en ambas direcciones. Y por otra parte se menciona que los resultados obtenidos han sido completados a través de los análisis sísmicos, estático y dinámico con los programas ETABS para el Método cuantitativo demostrándose excesivos desplazamientos en las derivas de



entrepiso, siendo la más crítica la del nivel número 03 en la dirección X-X con un valor de 7,546% mucho más alto a lo permitido por la NTE-E0.30. Además, se concluye que metodología de índice de vulnerabilidad es el mecanismo más realista para determinar la evaluación de vulnerabilidad sísmica de una manera rápida y cualitativa para con los elementos que soportan cargas y los que no, asimismo su ejecución y mantenimiento es una aplicación directa en el estudio de realizar los controles y evaluaciones de daño en proyectos con menor inversión posible. A las entidades locales les conviene usar esta metodología, porque demanda de poca inversión económica, y ayuda a prevenir y crear su propio plan de mitigación de desastre. Inspeccionar la estratigrafía del suelo y con ello sus características de la misma, se convierte en parte fundamental para análisis de control de daño de una edificación existente a nivel sísmico, debido a cómo se comporta la estructura frente a un eventual sismo. Además, concluye que el método trata de un parámetro donde incide la capacidad del suelo resistente, sobre la que se apoya la estructura, y esto le convierte en el parámetro más importante de los 11. En toda la zona donde se ha determinado la muestra, se ve afectada, a parte del proceso constructivo, afectada porque los diseñadores, proyectistas, desconocieron o desconocen el procedimiento de afectación de un eventual sismo hacia la estructura. Según Torres. (2017) "Seismic Vulnerability Rate in Masonry Buildings based on Experts" Opinion. (Artículo Científico). Pontificia de Javeriana-Bogotá-Colombia. Concluyeron que: En la actualidad, la urgencia de ejecutar proyectos en estado vulnerable ante las amenazas y peligros a las que se exponen las urbes, canaliza a la aplicación de modelos propuestos que ya han sido propuestos anteriormente, y aplicarlo, o sino crearlos con metodología propia. Pero, sin embargo, existe el riesgo de aplicar las metodologías en el lugar donde se desarrolla la investigación, y estos no están acorde a la realidad en que se presente, que, por consiguiente, siempre nos mostrará como resultados casi erróneos. Sostuvo que las fisuras en los muros se deben controlar mediante el programa Etabs. En la misma forma, al construir una propia metodología para así evaluar o analizar la vulnerabilidad sísmica en infraestructuras ubicadas en nuestro país, se requiere de información correcta sobre los registros de colapsos ocurridos anteriormente o también datos que han registrado como una estructura se comporta frente a un sismo. Y de esta manera, se deben amplificar las investigaciones sobre cómo se puede recopilar la

información de manera precisa y obtener resultados certeros y consiguientemente masificar el estudio en estas áreas de la ingeniería sísmica. A medida que sucede este proceso es básico y dar inicio a crear métodos o modelos para poder desarrollar las capacidades sobre estudios de vulnerabilidad sísmica y de esta manera poner y exponer las teorías o estudios, para ser criticados de manera constructiva e ir mejorando cada día en referencia a los estudios de vulnerabilidad en edificaciones existentes. Como antecedentes nacionales según Cartagena, E. (2015) en la tesis de pregrado *“Vulnerabilidad Sísmica en el Distrito de Eten Aplicando la metodología italiana de Benedetti-Petrini.”* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo”. Perú. Concluyó que: La metodología es correcto y oportuno en la utilización de ciudades grandes, y pueblos jóvenes. Es de vital importancia, porque realiza la evaluación rápida y breve, sobre las estructuras existentes. La metodología ha permitido a los investigadores, conjuntamente con las autoridades pertinentes, proporcionar la base de datos y su manual para la prevención de riesgos y desastres. Los tres primeros parámetros de los once que son del método índice de vulnerabilidad, son las más relevantes o tienen mayor incidencia como el tipo, la calidad y la organización de los materiales usados y su resistencia al esfuerzo. Recomienda hacer estudios de vulnerabilidad en toda la región de Lambayeque y del Perú, para así de esta manera tener pocas perdidas en daños materiales y en vidas, evitando el riesgo sísmico. Según los resultado que se ha obtenido del estudio de evaluación de vulnerabilidad sísmica ,recomienda realizar los estudios de micro trepidaciones y la microzonificación sísmica en toda la ciudad de Eten en la región Lambayeque, conjuntamente con los estudios realizados sobre vulnerabilidad sísmica, y de esta manera con esa información, se pueda determinar los lugares donde no se puedan cimentar las estructuras, en otras palabras conocer el peligro sísmico y evitar en lo mayor posible los riesgos sísmicos. Asimismo, este desarrollo que se propone seria de mucha utilidad, porque se supiera dónde se va ubicar las estaciones de bomberos, los puestos de salud, y todas aquellas entidades sociales para el bien común. Según Norabuena. (2015) en su tesis de pregrado *“Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en las Instituciones del Nivel Secundario del Distrito de Pativilca Provincia de Barranca-Lima-2015”*. Por la Universidad Privada Antenor Orrego. Concluyó lo siguiente: Que las edificaciones esenciales, deberían tener más relevancia en el estudio de vulnerabilidades

sísmica, porque aglomeran grandes cantidades de personas en estado de situación vulnerable, y de esta manera al momento de ocurrir un sismo, estas infraestructuras no sean afectadas considerablemente. Concluye también que muchos profesionales ignoran el estudio de vulnerabilidades al momento de aplicar en sus diseños, y esto ocasiona posibles desplomes de edificaciones después de su construcción. Y parámetros sísmicos resultante de los estudios básicos de mecánica de suelos indica tener un factor de uso de 1.5, factor de zona de 0.25, un factor de amplificación sísmica de 2.5 y un factor de suelo de (1.2). La cual esta información se consiguió de los cálculos realizados de los estudios básicos en el lugar de la institución educativa. Concluye también que el grado de aceleración, los controles de derivas, aceleraciones y los espectros y su velocidad, pues es un riesgo latente. Según Flores, (2015) en su tesis de pregrado, *“Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Públicos y Privados del Distrito de la Victoria.”* Por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Concluyeron lo siguiente: El método escogido, que FEMA 154, se puede aplicar en edificaciones del Perú, porque cumplen condiciones en referencia a la norma técnica E-030, pero, sin embargo, algunos parámetros deben ser más precisos en el suelo. Concluye también que este método de índice de vulnerabilidad y fema 154, se aplican más a estudios de grandes ciudades, y obtener resultados más confiables de acuerdo a su procedimiento, y de esta manera mejorar los planes de mitigación de desastre. Concluyó también que para obtener los resultados de vulnerabilidad sísmica mediante el método de Índice de Vulnerabilidad, es necesario y obligatorio tener presente la norma técnica sismo resistente E-030, método italiano aplicable mediante 11 parámetros a edificaciones de albañilería reforzada y edificios de concreto armado, también concluye que se debe persistir en hacer investigaciones más amplias sobre las estructuras en aparente estado de vulnerabilidad en edificaciones existentes, llámese los colegios, hospitales, etc., de esta manera identificar el grado de daño. Concluye que ningún estado local ni regional considera en su plan de evaluación las determinaciones de evaluación de vulnerabilidad en sus proyectos que se licitan, ni a los contratistas y a los proyectistas, llevando de esta manera a la certeza de concluir viviendas seguras y capaces de resistir fuerzas externas como los sismos. Concluye también que, a las edificaciones existentes, se debe considerar presupuestos viables para

evaluaciones de riesgo ante posibles eventuales sismos, para así minorar posibles daños materiales y pérdidas humanas. Según Cruzalegui, (2018) en su tesis de pregrado “*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa de Coyllur, Ciudad de Huaraz - Región Ancash 2018*”. Por la Universidad Cesar Vallejo, Huaraz. Concluyeron que: Al determinar el estudio que evalúa el grado de daño a nivel de sismo en el colegio, y tomando como unidad de análisis el Pabellón que corresponde al bloque 02, el pabellón muestra un desarrollo estructural moderado puesto que el control de deriva y desplazamientos están dentro de los permitidos por el reglamento normativo E-030 sismo resistente. Las ratios de capacidad y demanda de los elementos estructurales de la institución están controladas, por entonces decirlo, los elementos estructurales dentro de la curva de capacidad no colapsan frente a sollicitaciones que se estudian en el rango inelástico. Como antecedentes locales. Según Balladares, (2005). “*Elaboración de Mapa de Peligro Sísmico de la Ciudad de Lamas*”. (Informe Final). Perú. Concluyeron: Las entidades regionales y locales, deberían considerar en la programación anual para su cartera de proyectos. Y como consecuencia, motivar e incentivar a la prevención de riesgos sísmicos ante un eventual sismo. Se tiene consideración en la obtención de valores cualitativos como índice Alto, Medio y Bajo de vulnerabilidad en las estructuras de análisis. Se observó en el proceso de ejecución del proyecto edificaciones construidas con material ineficiente, y su arquitectura no acorde con la norma técnica e 030. Se pudo mostrar en la instituciones educativas el grado de vulnerabilidad sísmica con la metodología italiana, considerando que se tuvo presente todo el tiempo los parámetros que mencionan en la NTP sismo resistente E-030. Además se concluyó que la realización del análisis sísmico, por el programa de interface Etabs, nos sirvió en determinar los controles de derivas, nos ayudó a determinar los parámetros sísmicos en función a los estudios de concreto y mecánica de suelos. También concluye que las entidades locales deben considerar en su plan el mantenimiento, prevención, y en su elaboración de proyectos de inversión, el estudio de vulnerabilidad sísmica, con la finalidad de evitar posibles pérdidas materiales y humanas. Según Sánchez, M. (2015) en su tesis de pregrado “*Determinar La Vulnerabilidad de las estructuras existentes educativas de nivel primaria Teniendo En Cuenta Sus Características De Diseño Del Distrito Morales – 2015*”.

Por la Universidad Cesar Vallejo, Morales –San Martín. Concluyó que: Se determinó la resistencia del concreto existente de los elementos estructurales mediante el ensayo de Sondaje Norma ASTM frente a un eventual sismo a escalas mayores. Las teorías relacionadas a la variable independiente a la Vulnerabilidad Sísmica como definición conceptual: Es el grado de vulnerabilidad de un conjunto de estructuras, y ser expuestas a daños de las propias estructuras, como materiales y lo que es más difícil la ocasión de perder vidas humanas, por otro lado, es la pérdida de funcionalidad del sistema estructural frente a movimientos sísmicos, Peralta (2002). Según, Barbat en el año 2008, también considera la vulnerabilidad como la predisposición que pueda desplomarse una estructura, generado por un movimiento telúrico de diferentes características y en diferentes direcciones. Esta propiedad propia de la estructura es completamente independiente del peligro del lugar donde se encuentra ubicado la institución o edificio. Barbat (2008). Vulnerabilidad Sísmica es una propiedad propia donde interviene la causa y el efecto, siendo las consecuencias el daño y quien las origina como causa el sismo. Sandi, (1986), La estructura propia de la edificación o conjunto de edificaciones, se predispone ante un movimiento sísmico a tener consecuencias como el daño sus estructuras, ya sea a nivel estructural, no estructural y arquitectónica, así a su vez se le define como la vulnerabilidad sísmica. Barbat (1998). Es preciso mencionar que no existe una metodología definida para determinar la vulnerabilidad de una infraestructura existente, el análisis de vulnerabilidad proporciona un resultado que indican el grado de daño de una estructura, este valor caracteriza cuanto y en qué momento la estructura va colapsar de manera súbita o despacio causadas por fuerzas sísmicas de la naturaleza. Sarmiento (2004). Para determinar un estimado de vulnerabilidad se desarrolla a través de un mecanismo numérico donde indica el grado de daño sísmico en edificaciones existentes. Se puede clasificar en 2 tipos de daños: Daño Estructural: Es el grado de destrucción de elementos estructurales que soportan las cargas verticales y cargas laterales como son las columnas, vigas, losas, etc. y el Daño No Estructural: que se define como la degradación los elementos que no soportan cargas, a esto se llama en especialidad de arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y la vulnerabilidad funcional: Que hace referencia a la descripción de los servicios que tienen como componentes básicos dentro de una edificación, y se ve vulnerada e inoperativa

después de haber sufrido un sismo de escala mayor, más aun si el incremento es en demasía. Salvador (2003). Como definición operacional, para la evaluación de vulnerabilidad sísmica se empleará el método de Índice de Vulnerabilidad específicamente en 2 tipos: la vulnerabilidad que soporta la carga y la vulnerabilidad que solo sirve para confinar o la que no soporta carga; la primera se hará una evaluación cuantitativa, detallada a través del software Etabs, y la segunda una evaluación cualitativa a través de una verificación visual en los elementos que no soportan carga, Vulnerabilidad Estructural, este término es conocido también vulnerabilidad que se observa en la realidad física, hace referencia a la situación y estado de la estructura después de haber soportado una carga sísmica de gran magnitud y asimismo como esta estructura lo soporta. Wong (1997) y Vulnerabilidad No Estructural, que puede denominarse como la cuantificación de daño que puede tener un sistema arquitectónico de una edificación que, así como las pérdidas humanas que podrían haber ocasionado son de igual importancia como la pérdida de una estructura existente. Wong (1997), Se tiene las Dimensiones del EMS donde básicamente se refiere a la perforación del suelo, para extraer cantidades necesarias para su análisis correspondiente, esta perforación de suelo bordea aproximadamente 1 metro, dependiendo del tipo de edificaciones a construir, porque si de edificaciones se trata, bordea los 3 metros, porque son cargas puntuales, o en casos más especiales los sondajes que abarcan los 5 metros de profundidad de excavación. Por otro lado, se define el Análisis Sísmico como el resultado del estudio de los elementos estructurales debido a la presencia de fuerzas internas y externas, con la finalidad de evitar colapsos futuros en la estructura, como el análisis estático inicialmente y el análisis dinámico. Y el Método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini es la relación de información con las características de los edificios como son: tipo de construcción, el uso, la estructuración utilizada, la calidad de los materiales, aspectos geométricos de la estructura, el tipo de daños que presenta, etc. Barrientos (2013). Los parámetros que conforman el método se han ordenado según las características de diseño recopilados in situ, método que se viene usando desde los años 1982, con el objetivo de determinar de manera certera el grado de vulnerabilidad de las edificaciones existentes. De acuerdo a escalas protocolares y la opinión de conocedores de la materia, se derivan 11 parámetros, que se van a evaluar como

los indicadores de las dimensiones de la estructura existente, estos parámetros se clasifican en la manera siguiente: Calidad del sistema resistente, Organización del sistema, resistencia convencional, diafragma horizontal, posición del edificio, configuración en planta, elementos con baja ductilidad, configuración en elevación, estado de conservación, conexión de elementos críticos, elementos no estructurales. El análisis estático se refiere a la solución de un sistema de ecuaciones que se describe de la siguiente manera por  $F = K * U$  donde F=es el vector carga, U=es el vector desplazamiento, y K=es la matriz de rigidez. Wilson (1976). Mientras el Análisis Dinámico corresponde al análisis que incluye una fuerza externa o sísmica, para producir movimiento. Además, se muestra los 11 parámetros para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en la organización del sistema resistente es dar lugar a la comprensión del estudio de investigación sobre la vulnerabilidad en estructuras que permite identificar los motivos que han generado. Asimismo, es estudiar el sistema resistente vertical (confinada y arrostramiento), identificando la presencia y eficacia de las conexiones de elementos estructurales, cumpliendo siempre las normativas establecidas. La calidad del sistema resistente se refiere al tipo de material utilizado como piedra, adobe, concreto, entre otros. Así también se identifica la forma y homogeneidad de los materiales utilizados, el amarre en unidades de la mampostería. La resistencia convencional se refiere a la resistencia que tiene la edificación frente a solicitaciones de cargas horizontales, también el cálculo de la demanda de ductilidad, con el coeficiente sísmico exigido y resistente. La posición del edificio y cimentación se refiere al tipo de suelo que en ella carga, pendiente del terreno y empujes laterales de suelo. Los diafragmas horizontales se refieren a las losas aligeradas, que estén bien conectadas a elementos resistentes verticales teniendo en cuenta que las cargas verticales y horizontales deben tener una adecuada transmisión de cargas verticales y horizontales. La configuración en planta se refiere a la forma y disposición en planta de las edificaciones, así como el problema de torsión en planta y concentración de esfuerzos en las esquinas. La configuración en elevación se refiere a la presencia de irregularidad en elevación. La conexión de elementos críticos se refiere como su nombre lo indica, los elementos estructurales y no estructurales deben estar bien conectados. Los elementos de baja ductilidad se refieren a la cuantía de acero presente en los elementos estructurales. Los

elementos no estructurales se refieren a los elementos que no soportan cargas, ya sea parapetos, balcones, volados, etc. Y el estado de conservación se refiere a la verificación de las condiciones actuales de los muros o elementos no estructurales y estructurales, verificar gravedad de lesiones en las mismas frente a eventuales sismos ya ocurridos, y su escala de medición va desde 0(sin daño) a 1(daño total), La escala de medición será de razón. La variable Dependiente: Que se define en la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez como definición conceptual: La infraestructura educativa debe ser conceptualizada y comprendida como el sistema que contienen espacios para posteriormente sean diseñadas, construidos y equipados siguiendo las normas técnicas peruanas que lo rigen para brindar un servicio seguro a las aglomeraciones. Y es por la razón debe existir múltiples y diferentes centros institucionales según el objeto de estudio, por la seguridad y tranquilidad de las personas. Idel Vexler, (2019). Como definición operacional: Para determinar el tiempo de vida útil de la infraestructura, y posterior para su evaluación, nos servimos de medios de comunicación como libros, internet y conexión directa con la entidad competente que es la Ugel San Martin. Y como dimensión tenemos a los elementos resistente de la infraestructura educativa como las Vigas: Que son elementos muy importantes en la estructuración de una edificación, estos elementos reciben las transferencias de cargas del área tributaria de las losas aligeradas, las Columnas: son estructuras verticales de diferentes formas y secciones y que van a soportar esfuerzos de compresión y flexión, encargados de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación y las Losas Aligeradas: o diafragmas rígidos, que son piezas fundamentales de una estructura en una vivienda, y así como las vigas y columnas son de concreto armado y también sirven como división entre pisos, y estos a su vez se puede apoyar en elementos tipo vigas, muros portantes o placas. Y finalmente como indicadores tenemos al tiempo de construcción de la edificación y las características de diseño de elementos estructurales. Escala de medición, será de razón.



### III. METODOLOGÍA

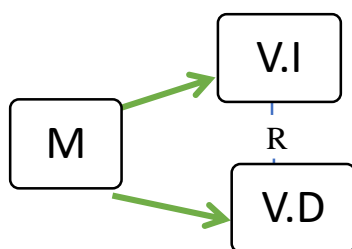
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación

El tratamiento de la investigación fue cuantitativa descriptiva, cuantitativa porque existió la certeza en la medición numérica de los resultados que se obtuvo, y descriptiva porque se recogió información para describir las características de los cuerpos existentes y de esta forma se tuvo que realizar la ejecución de la metodología para la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la unidad de análisis. También, se consideró dos variables.

##### Diseño de Investigación

Nosotros como investigadores hemos definido el diseño de investigación como no experimental y transversal, No experimental, porque se realizó la recopilación de la información de la realidad objetiva en su estado natural y de esta manera se obtuvo los resultados sobre las variables planteadas. “En la pesquisa no experimental las variables independientes en el transcurso del tiempo se dan y estos a su vez no son posibles de manipularlas.” Fernández y Baptista, (2014). Transversal, porque la información que se obtuvo se realizó en un tiempo determinado o fijo. “como indica Fernández, solo describe las variables y según su incidencia las analiza, una vez relacionada en un determinado tiempo. Es como echar una foto de una acción real o que sucede algo” Fernández y Baptista, (2014)



Comportamiento de las variables de investigación.

- M : Muestra (Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez).
- V.I : Vulnerabilidad sísmica
- V.D : Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez
- R : Coeficiente de Relación

### 3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente: “Cómo se puede definir una variable independiente a una fluctuación, y es esa característica hace que sea susceptible a que sea medida y observada.” Fernández y Baptista, (2014). En referencia a la variable independiente a la Vulnerabilidad Sísmica como definición conceptual: Es el grado de vulnerabilidad de un conjunto de estructuras, y ser expuestas a daños de las propias estructuras, como materiales y lo que es más difícil la ocasión de perder vidas humanas, Peralta (2002). Como definición operacional, para la evaluación de vulnerabilidad sísmica se empleará el método de Índice de Vulnerabilidad específicamente en 2 tipos: Vulnerabilidad Estructural, hace referencia a la situación y estado de la estructura después de haber soportado una carga sísmica de gran magnitud y asimismo como esta estructura lo soporta, Wong et al, (1997) y Vulnerabilidad No Estructural, que se define como el daño que puede tener un sistema arquitectónico de una edificación que, así como las pérdidas humanas que podrían haber ocasionado son de igual importancia como la pérdida de una estructura existente. Wong et al, (1997), Se tiene las Dimensiones del Estudio de Mecánica de Suelos donde básicamente se refiere a la perforación del suelo, para extraer cantidades necesarias para su análisis correspondiente. Por otro lado, se define el Análisis Sísmico como el resultado del estudio de los elementos estructurales debido a la presencia de fuerzas internas y externas, con la finalidad de evitar colapsos futuros en la estructura, como el análisis estático inicialmente y el análisis dinámico. Y finalmente como Indicadores tenemos: Organización del sistema resistente, el sistema resistente vertical (confinada y arriostramiento), la calidad del sistema resistente, la forma y homogeneidad de los materiales utilizados, la resistencia, la posición del edificio y cimentación, los diafragmas horizontales, la configuración en planta, la configuración en elevación, la conexión de elementos críticos, los elementos de baja ductilidad, los elementos no estructurales, y el estado de conservación, todos medidos nominalmente. La variable Dependiente: Que se define en la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez como definición conceptual: La infraestructura educativa debe ser conceptualizada y comprendida como el sistema que contienen espacios para posteriormente sean diseñadas, construidos y equipados siguiendo las normas

técnicas peruanas que lo rigen para brindar un servicio seguro a las aglomeraciones. Y es por la razón debe existir múltiples y diferentes centros institucionales según el objeto de estudio, por la seguridad y tranquilidad de las personas. Vexler, (2019). Como definición operacional: Para determinar el tiempo de vida útil de la infraestructura, y posterior para su evaluación, nos servimos de medios de comunicación como libros, internet y conexión directa con la entidad competente que es la Ugel San Martín. Y como dimensión tenemos a los elementos resistente de la infraestructura educativa como las Vigas: Que son elementos muy importantes en la estructuración de una edificación, estos elementos reciben las transferencias de cargas del área tributaria de las losas aligeradas, las Columnas: son estructuras verticales de diferentes formas y secciones y que van a soportar esfuerzos de compresión y flexión, encargados de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación y las Losas Aligeradas: o diafragmas rígidos, que son piezas fundamentales de una estructura en una vivienda, y así como las vigas y columnas son de concreto armado y también sirven como división entre pisos, y estos a su vez se puede apoyar en elementos tipo vigas, muros portantes o placas. Y finalmente como indicadores tenemos al tiempo de construcción de la edificación y las características de diseño de elementos estructurales. Escala de medición, será de razón.

### **Matriz de Clasificación de variables.**

**Tabla N° 01:** Identificación de las variables.

<b>VARIABLES</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>			
	<b>Relación</b>	<b>Escala</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Medición</b>
Vulnerabilidad Sísmica.	<b>Independiente</b>	<b>Razón</b>	<b>Multidimensional</b>	<b>Indirecta</b>
Infraestructura Educativa.	<b>Dependiente</b>	<b>Razón</b>	<b>Multidimensional</b>	<b>Directa</b>

**Fuente:** Elaboración de los investigadores.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

“El lugar, el contenido y el tiempo son características bien definidas y claras para poner el sistema universal en un plano original” Fernández, et.al (2014). Nuestra población se encuentra conformada por el conjunto de módulos particionado en ambientes que posee la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez, la cual consta de 03 Módulos: 01 Modulo de 03 pisos y 02 Módulos de 02 pisos.

#### **Muestra**

“La muestra es un puñado de individuos tomados de una población determinada para poder investigarlo estadísticamente” Tamayo F, (1997). Para determinar la muestra y poder hacer los análisis correspondientes se ha tomado los criterios técnicos por los investigadores, en función a esos criterios se ha escogido el Módulo número 01, el que tiene mayor número de niveles, 03 niveles con diversas aulas de estudio; y esto a su vez en el interior se podrá recopilar la información necesaria sobre todas las características pertinentes para poder tener un resultado fiable, en la medida que se aplicará de la metodología de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez, Tarapoto-San Martín, 2021.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de Recolección de Datos**

La técnica de observación se realizó por medio de formularios, tomando como análisis base documentales o diferentes procesos de conocimientos. Méndez (1995). Asimismo, la técnica aplicada en este proyecto de tesis es: Observación: Se realizó una inspección ocular para evaluar las condiciones que se encontraron las estructuras de la infraestructura. Recolección de Información: Se tomaron en cuenta las tesis de pregrado y postgrado, libros académicos, artículos de revisión y el Reglamento Nacional de Edificaciones. Ensayo: Se realizaron los estudios de mecánica de suelos, ensayos de perforación diamantina para poder determinar la resistencia del concreto. Es de importancia la comunicación directa con las personas responsables, porque ellos son fuente de información sobre las características de los ambientes de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez,

como el año de creación, el año de construcción, las etapas de ampliaciones de ambientes y entre otros.

### **Instrumento de Recolección de Datos**

Fichas de recolección de datos: Elaboradas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez en condiciones al método de Índice de Vulnerabilidad.

Fichas de Medición: Fichas de levantamiento de información para cada ensayo a realizarse, como: El ensayo de perforación diamantina, elementos estructurales según las solicitudes del método. Herramientas manuales: Se empleará en la ejecución de los ensayos de suelos las herramientas como: flexómetro, zapapico, barreta, palana de corte, bolsas de polietileno, computador: Dispositivo usado para la utilización de software tales como ETABS, MS Excel, AutoCAD, y otros medios necesarios para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto de investigación. Teniendo en cuenta las normas que lo rigen, ya sea para la metodología de investigación para el reglamento nacional de edificaciones en todos sus extremos y aplicables razones por la cual es objeto de esta materia. La norma sismo resistente E-030, aplicada en la región de san Martín, provincia de Tarapoto.

**Tabla N° 02:** Técnicas e Instrumentos.

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Observación directa	La ficha de verificación y de daño a raíz de una inspección visual adecuado a la norma sismo resistente E.030, edición 2021. Y cuestionario que contiene la evaluación de la resistencia que tiene el suelo natural, y cuestionario de evaluación de los elementos estructurales y no estructurales de vulnerabilidad sísmica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinación de los ambientes y elementos estructurales.</li> <li>2. Estudio de Topografía General.</li> <li>3. Tomar medidas de todos los elementos para dibujar en AutoCAD.</li> <li>4. Recopilación de información de la infraestructura.</li> <li>5. Estudio de Mecánica de Suelo.</li> <li>6. Ensayos de perforación con diamantina en elementos resistentes.</li> <li>7. Trabajo en gabinete, toda la información recopilada, ingresarlo al programa ETABS2015 para su posterior evaluación.</li> </ol>

**Fuente:** Elaboración de los investigadores.

## Validez

La validación es el grado de asertividad y eficacia en el cual un instrumento determina a la variable que se está estudiando. Hernández, (2014). El metodólogo se encargó de dar la validación correspondiente al proyecto de investigación. El especialista en la línea de investigación, se encargó de validar las exigencias del proyecto según las normas pertinentes.

**Tabla N° 03:** Magnitudes y Rangos para Índice de vulnerabilidad normalizado.

Ítems	Vulnerabilidad	Aplica a Estructuras de C°A°	Rangos de Iv <sub>n</sub>
1	Baja	Si aplica	$0 < Iv \text{ normalizado} < 20$
2	Media	Si aplica	$20 \leq Iv \text{ normalizado} < 40$
3	Alta	Si aplica	$Iv \text{ normalizado} \geq 40$

Fuente: Quispe Norbert (2004)

## Confiabilidad

Para hacer confiable un instrumento de medición se debe regir en que su aplicación reiterativa al mismo objeto o sujeto arroje los mismos resultados. Hernández, (2014). En el proyecto de investigación, se contó con equipos estandarizados y sofisticados, para la realización de los ensayos, como es el estudio de mecánicas de suelos, y el uso de la perforación diamantina para la extracción de muestra para la resistencia del concreto y el análisis sísmico mediante sistema computarizado. Puesto que para tener la certeza de los resultados, es necesario la utilización de la licencia del programa ETABS, así mismo se estaría asegurando la confiabilidad de los resultados a obtener. Por tanto, para la determinación de los parámetros sísmicos, se hará los estudios de mecánica de suelos, aplicando las normas actuales, el cual fue anexado en función al desarrollo del proyecto. Anexo N°05.

### 3.5. Procedimiento

El procedimiento realizado para la recolección de datos es el siguiente: Selección de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez en la ciudad de Tarapoto, 2021: Puesto que, en la provincia de San Martín, existen variedades de instituciones educativas estatales y privadas, nos vimos en la necesidad de revisar y solicitar a los entes institucionales jurisdiccionales como es la Ugel San Martín. En función a esta información, se hará el muestreo en referencia a su antigüedad de creación, a

su demanda estudiantil, a los niveles de grados que presente, toma de Información. En segundo lugar, se realizará una inspección ocular al terreno y la infraestructura existente, posteriormente hacer el levantamiento topográfico y la realización de los planos arquitectónicos, asimismo para la medición se usarán flexómetros de precisión en los elementos estructurales y no estructurales, y dar procesamiento de datos en el programa AutoCAD. Por consiguiente, mediante la inspección ocular también se recogerá los datos mediante las fichas de recolección como indica la metodología de índice de vulnerabilidad. Con esta información recopilada, se procederá a realizar los cálculos de datos, en base a los valores de la metodología de índice de vulnerabilidad. Y luego los resultados obtenidos serán comparados con las metodologías presentes en las normas técnicas E-030.

#### Ejecución de ensayos

Evaluación de estudios de mecánica de suelos: Se realizará el estudio de mecánica de suelos con la finalidad de obtener los parámetros sísmicos o propiedades mecánicas del suelo de acuerdo a la norma E-030: Como la Zona sísmica, tipos de perfiles de suelo, factor de amplificación sísmica, categorías de las edificaciones y factor de uso, asimismo in situ se fijará puntos de inspección o calicatas, y de esta manera obtener un reconocimiento geotécnico en el lugar donde se ubica la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, estas calicatas serán de una profundidad aproximada de 1.5mt, y la muestra obtenida servirán para determinar su granulometría y los límites de atterberg.

#### Ensayos de Perforación con Diamantina:

Para la ejecución de esta actividad, se fijarán puntos en los elementos estructurales tipo viga y columna, y así poder determinar la resistencia a la compresión y el  $f'c$  del concreto existente. Estos resultados obtenidos se registrarán en la solicitud de fichas elaboradas en base a la metodología presentada que el Índice de Vulnerabilidad, asimismo nos servirá para el procesamiento de información para el análisis estático y dinámico de la infraestructura, mediante el software Etabs.

#### Análisis sísmico:

Luego de haber analizado el estudio de suelos con los datos obtenidos de los parámetros sísmicos, y la construcción de planos arquitectónicos, se procede a realizar el análisis sísmico, para saber cuál es el comportamiento de la estructura ante un evento sísmico, en este caso se utilizará dos métodos: análisis estático,

análisis dinámico. Análisis estático, como primer paso encontramos los parámetros sísmicos de acuerdo a la norma E0.30, donde está ubicado la infraestructura, categoría, uso, tipos de suelos, factor de amplificación sísmica, posteriormente obtendremos el sistema estructura (R) coeficiente base de reducción de las fuerzas sísmicas de acuerdo a las irregularidades en planta y altura que podría presentar la estructura, luego calculamos el peso total de la estructura para obtener la cortante basal tanto en el eje x como en eje y. Análisis dinámico, con los datos obtenidos del análisis estático procederemos a calcular los modos de vibración que nos brindará el software ETABS y de esta manera verificar los resultados, como también el espectro de respuesta, finalmente calculamos las derivas, La NTP. E.030, menciona que los desplazamientos laterales máximos se multiplican por  $0.75R$  y por  $0.85R$  para estructuras regulares e irregulares respectivamente, estos valores los extraemos del ETABS. Además, la norma determina que para estructuras de concreto armado la deriva máxima debe ser menor a 0.007 y para albañilería menor a 0.005. Todos los datos obtenidos que son los planos estructurales, análisis del estudio de suelos, cortante basal, irregularidades en planta y altura nos ayudará a insertar en el software Etabs para obtener el modelamiento de la estructura y poder reforzar los parámetros del índice de vulnerabilidad, y de esta manera verificar la fiabilidad de la metodología.

Aplicación del Método de Índice de Vulnerabilidad:

Esta metodología fue elegida para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa, en la que irá plasmado los datos obtenidos mediante la observación directa en nuestra guía de observación, de la cual se detallarán los parámetros que nos especifica.

El método refiere 11 parámetros, y se evaluará cada uno de ellas consiguientemente: Tipo y organización del sistema resistente, para el parámetro mencionado se tendrá en cuenta el año en el que fue construido la infraestructura, asimismo si tuvo una inspección o supervisión técnica, en su elaboración y ejecución. Calidad del sistema resistente, se verificará el tipo material que se usó para su construcción. Resistencia convencional, se evaluará la relación entre la fuerza de diseño y la fuerza resistente.

Posición del edificio y de la cimentación, se evaluará si la edificación presenta condiciones de humedad, sales, etc. Diafragmas horizontales, se evaluará las



deformidades que puedan presentar en el diafragma y si la conexión entre el diafragma y los elementos de rigidez son los ideales. Configuración en planta, se evaluará la simetría en planta del edificio. Configuración en elevación, se verificará la variación de la altura de los pisos de cada módulo. Distancia máxima entre elementos resistentes, se evaluará el tipo de conexión entre los elementos críticos destacando la importancia entre las uniones vigas – columnas o losa - columnas. Elementos de baja ductilidad, se verificará la existencia de columnas cortas, la cual es una de las fallas más frecuentes que se produce durante los sismos. Elementos no estructurales, se verificará si los elementos no estructurales se encuentran bien conectados entre sí, ya sea un muro de albañilería sin reforzar adherido a un elemento resistente o un parapeto que se encuentra no conectado y el Estado de conservación, se inspeccionará si la estructura presenta algún tipo de falla o fisura, para poder definir qué tan conservada se encuentra. Cálculo del Índice de vulnerabilidad, una vez que se obtiene la clasificación de los 11 parámetros, se procede a determinar el índice de vulnerabilidad. Interpretación de los resultados obtenidos: Finalmente, los datos obtenidos mediante la ficha de obtención de datos en base a la metodología presentada (Índice de Vulnerabilidad), y los resultados obtenidos a través del modelamiento dinámico realizado con el programa Etabs, y de esta manera corroborar cuantitativamente los valores reales obtenidos, y consecuentemente indicar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa y el riesgo sísmico de la infraestructura y los estudiantes.

### **3.6. Método de análisis de datos**

#### Recolección de información

Como parte inicial se debe conocer los términos básicos en referencia a vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico, riesgo sísmico y conceptos que se relacionan entre sí, se hará la recopilación y análisis de bibliografías sobre temas relacionados, y con ese conocimiento tener claro el punto de partida sobre lo que se quiere realizar.

Asimismo, para el mejor análisis e interpretación de los resultados, se harán mediante cuadros, gráfico de barras, porcentajes, y de esta manera por obtener información precisa para las conclusiones. Ficha de Trabajo: Contiene la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez, se

usará fichas de trabajo que servirán para la recopilación directa de la unidad de análisis. Visita de Campo: Cuando se haya elaborado las fichas de trabajo y haya sido validada por los autores, entonces se realizará las inspecciones pertinentes a la ejecución del proyecto de tesis y por supuesto recolectar la información, como muestras de las calicatas, resistencia del concreto a través del equipo de ultrasonido, y características de los elementos estructurales de la Institución Educativa Ofelia Velásquez. Vaciado de datos: Una vez concluida la inspección cotidiana de campo se realizará los trabajos de gabinete de acuerdo a la información recopilada como: El procesamiento de la información obtenida de la realidad física, realizar el chequeo de información de la norma técnica E030 Sismo resistente, calculando las derivas en las direcciones X-Y aplicando el programa estructural ETABS 2015, evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante el método de Índice de Vulnerabilidad, Análisis de datos: Con los resultados obtenidos, se procederá a evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez

### **3.7. Aspectos éticos**

Por temas académicas y éticas a las personas que se interesan en el presente proyecto de tesis, se tendrá la certeza de confiabilidad en los datos obtenidos, según las exigencias de las normas técnicas peruanas. Por la seguridad y la tranquilidad de los interesados, en el presente trabajo de investigación y el trabajo de ejecución, guardan la veracidad y confiabilidad pertinente, sin que la información sea manipulada. Puesto que se considera un trabajo de investigación de carácter original de los tesisistas, por lo que se observa la productividad y creatividad en respuesta al problema del trabajo. Puesto que se declara que este trabajo tiene datos que no han sido manipuladas intencionalmente, y aun al contrario se han discretizado los datos, con la finalidad de obtener mejores resultados. Asimismo, este proyecto será verificado por el sistema Turnitin, como prueba de demostración de autenticidad de este proyecto de investigación.

#### IV. RESULTADOS

##### Determinación de los ambientes y elementos estructurales de la infraestructura educativa de la I.E. Ofelia Velásquez.

**Tabla N° 04:** Distribución de ambientes.

N° Pisos	Aulas	Contiene Elementos Resistentes.	Áreas
Piso N°01	Aula N°01	Vigas, columnas	47.18 mt2
Piso N°01	Aula N°02	Vigas, columnas	42.20 mt2
Piso N°01	Aula N°03	Vigas, columnas	46.58 mt2
Piso N°02	Aula N°04	Vigas, columnas, losas	47.18 mt2
Piso N°02	Aula N°05	Vigas, columnas, losas	42.20 mt2
Piso N°02	Aula N°06	Vigas, columnas, losas	46.58 mt2
Piso N°03	Almacén N°01	Vigas, columnas, losas	47.18 mt2
Piso N°03	Almacén N°02	Vigas, columnas, losas	42.20 mt2
Piso N°03	Sala de Costura	Vigas, columnas, losas	47.18 mt2

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Los planos en planta del módulo “1” se muestra en anexos, donde indica que en el primer piso la sala de computo, también se encuentra el Aula N° 01 ,02 y 03, en el piso n °02 se encuentra el Aula N°04,05 y 06, la oficina del director, área de secretaria, área de recepción, sala de espera, área de documentos, y en el piso n°03 se encuentran ubicados los almacenes n°01 y 02 como también la sala de costura. Así mismo el módulo tiene un desnivel entre la sala de cómputo y el primer piso, dando lugar a una estructura compuesta e independiente. De la misma forma a que da lugar que solo se hizo la evaluación de vulnerabilidad de la estructura de 03 niveles, donde se encuentran ubicadas las 06 aulas, los almacenes y la sala de costura. Como se pudo observar en los anexos, la independencia del módulo N°01 respecto de las otras estructuras existentes o del módulo “3”, y porque no mencionar de la escalera que está conjuntamente. La escalera no tomó influencia en la estructura del módulo “1”, por lo tanto, no realizó el respectivo análisis, y considerar el control de derivas y los desplazamientos laterales en todas sus direcciones. Los elementos estructurales evaluados en el módulo “1”, han presentado algunas áreas deterioradas, a causa de las fatigas ocurridas durante el pasar de los años.

**Tabla N°05:** Elementos estructurales (Viga Principal)

Ejes	N° Pisos	Descripción	Sección	Longitud
Eje A-A	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje B-B	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje C-C	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje D-D	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje E-E	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje F-F	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt
Eje G-G	N°01,02 y 03	Viga Principal	0.30mx0.50m	8.55 mt

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** La viga principal en conceptos comunes, es un elemento armado, compuesto de concreto y acero, que se denomina viga, y va resistir la carga de la losa aligerada, así como también la carga viva o sobrecarga es decir todo lo que se puede mover, como por ejemplo personas, muebles, tabiquerías móviles, etc, y puesto que estos elementos son perpendiculares a las viguetas, y estos a su vez van a descargar en las vigas principales. Las vigas principales generalmente son peraltadas, como su nombre indica son peraltadas mayor al espesor de la losa que es de 20 cm, y estos a su vez necesitan de encofrado. Así como existen vigas de concreto armado, también existen vigas de acero con sección estructural, con la finalidad de salvar mayores luces. Las vigas cargan su propio peso, y su carga tiene la forma trapezoidal como ya se indicó líneas arriba. Las vigas son elementos muy importantes en la estructuración de una edificación, son elementos que reciben las transferencias de cargas del área tributaria de las losas aligeradas. El módulo "1" tiene 03 niveles, tanto el primero como el segundo y tercer nivel, las secciones de las vigas principales son las mismas, como está indicado en los ejes principales del plano de arquitectura, eje A, B, C, D, E, F y G, estos elementos estructurales de vigas principales y secundarias soportan momentos nominales en los nudos de cada estructura. Según su diseño, por un hecho arquitectónico puede denominarse vigas chatas o planas, pero que cumplan con el principio de las condiciones de equilibrio y según el cumplimiento con resolución de la norma técnica E-060 de concreto armado

**Tabla N°06:** Elementos estructurales (Viga Secundaria)

Ejes	N° Pisos	Descripción	Sección	Longitud
Eje 1-1	N°01,02 y 03	Viga de Borde	0.15mx0.20m	23.78 mt
Eje 2-2	N°01,02 y 03	Viga Secundaria	0.20mx0.25m	23.91 mt
Eje 3-3	N°01,02 y 03	Viga Secundaria	0.20mx0.25m	24.30 mt

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Las vigas secundarias son elementos que confinan los pórticos principales de una edificación, estas vigas no reciben transferencias de cargas de ningún área tributaria de las losas aligeradas. El módulo “1” tiene 03 niveles, tanto el primero como el segundo y tercer nivel, las secciones de las vigas secundarias son las mismas, como está indicado en los ejes secundarios del plano de arquitectura, eje 1,2 y 3. Teniendo en cuenta que en el eje 1, existe una viga de borde. Esta viga de borde, tampoco sostiene ni soporta carga actuante más que su propio peso, su finalidad es de confinar los extremos de vigas principales o de vigas secundarias, y de una u otra manera rigidizando el diafragma horizontal en todas sus direcciones. También se debe mencionar que las vigas principales tienen un sentido y dirección diferente en la cobertura liviana. Una cobertura que no es geométricamente regular, porque en una de las aguas posee más área que la otra y esto a su vez evacua de aguas pluviales, sin embargo, la otra tiene poca área de contacto con la lluvia, regenerando así la vulnerabilidad gracias a la acción de la humedad en los elementos estructurales de la edificación. Pero se debe mencionar también que estos elementos estructurales, no recibirán esfuerzo por parte de la losa aligerada cualquiera sea su naturaleza, pero sí de las tabiquerías fijas, porque cumplirán el cierre o cobertura de espacios vacíos. También es preciso mencionar que en las vigas secundarias se pueden reubicar, porque no van a alterar la estabilidad de la estructura propiamente dicha, mientras la reubicación de la viga principal va afectar en el sentido de la losa aligerada. Las vigas secundarias se diseñan con el mismo principio y en su mayoría de las veces se cuantifica los aceros mínimos, ya que la carga de su propio peso y sobrecarga es casi nula, es por ello que las dimensiones son mucho menores que las vigas principales.

**Tabla N°07:** Elementos estructurales (Columna)

Ejes	N° Pisos	Descripción	Sección	Longitud
Eje A-A	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje B-B	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje B-B	N°01,02 y 03	Columna Circular	0.25m	9.20 mt
Eje C-C	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje D-D	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje D-D	N°01,02 y 03	Columna Circular	0.25m	9.20 mt
Eje E-E	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje F-F	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt
Eje F-F	N°01,02 y 03	Columna Circular	0.25m	9.20 mt
Eje G-G	N°01,02 y 03	Columna Rectangular	0.30mx0.45m	9.20 mt

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Las columnas son estructuras verticales de diferentes formas y secciones y que van a soportar esfuerzos de compresión y flexión, encargados de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación; es decir, son uno de los elementos más importantes para el soporte de la estructura, por lo que su construcción requiere especial cuidado. Las columnas son elementos de vital importancia en una edificación. En la edificación del módulo "1", existen dos tipos de columnas, columnas de sección rectangular y columnas de sección circular en esta edificación, las rectangulares son las que cargan directamente todos los esfuerzos producidos en la edificación, sin embargo, las circulares se encuentran al borde y paralelo al corredor, en el eje 1-1 del plano de arquitectura. Las columnas soportan todas las cargas actuantes sobre el edificio, esto tiene que ver con la correcta construcción en sus ejecuciones, teniendo en cuenta que sean siempre monolíticas. En el proyecto de investigación se han presentado columnas típicas de alturas medianas, y como también a causa de la falta de criterio técnico en la construcción se han presentado columnas cortas, columnas que soportan mayores esfuerzos debido a fuerzas sísmicas laterales.

**Tabla N°08:** Elementos estructurales (losa aligerada)

N° Pisos	Descripción	Espesor	Área
Piso N°01	Losa aligerada	0.20 m	205.50 mt <sup>2</sup>
Piso N°02	Losa aligerada	0.20 m	205.50 mt <sup>2</sup>
Techo N°01	Losa aligerada	0.20 m	102.75 mt <sup>2</sup>
Techo N°02	Losa aligerada	0.20 m	102.75 mt <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Las losas aligeradas o diafragmas rígidos, son pieza fundamental de una estructura de una vivienda, y así como las vigas y columnas son de concreto armado y también sirven como división entre pisos, y estos a su vez se puede apoyar en elementos tipo vigas, muros portantes o placas. El peso propio, tabiquería fija y móvil, carga viva, se van a transferir a las vigas o muros.

La losa que está constituida en la estructura tiene un sistema unidireccional, sistema que usualmente se usa según la norma técnica peruana, que su composición tiene ladrillos de medidas 30x30x15, que se encuentra ubicado entre viguetas de 10 cm de ancho, separadas cada 40 cm y una delgada losa superficialmente de 5 cm de espesor. Estos elementos llamados losas, deben ser diseñados con mucho cuidado, en nuestro caso considera el espesor mínimo, y aligerado con ladrillos de arcilla, sin embargo, existen losa de etsapol o Tecnopor, losas que aligeran hasta en un 60% toda la estructura de la edificación. Puesto que este sistema constructivo tiene ventajas y desventajas. La losa aligerada presente en el módulo "1" no presenta asentamientos diferenciales en ninguno de sus extremos de la estructura, asimismo es calificada en el parámetro de diafragma rígido del método de índice de vulnerabilidad. En nuestro proyecto se aprecia losas de concreto armado, estos elementos son de vital importancia en la composición del sistema resistente en toda la estructura, siendo así de tipo aligerado, con un peso muerto por metro cuadrado de 20 kilogramos o 0.2 kilo Newton por metro cuadrado.

## Determinación de la resistencia del concreto existente de los elementos estructurales que sostienen la infraestructura educativa Ofelia Velásquez.

**Tabla N°09:** Calculo de resistencia a la compresión

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN ELABORADA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE OBTENCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Núcleo Ext.N°01	195.33	
02	Núcleo Ext.N°02	204.89	<b>199.56 Kg/cm<sup>2</sup></b>
03	Núcleo Ext.N°03	202.09	
04	Núcleo Ext.N°04	195.91	

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Para determinar la resistencia del concreto existente en las columnas se tomaron muestras o testigos, para posteriormente desplazarlo a una prensa hidráulica, donde se calcularía la resistencia a la compresión, como se indica en la tabla anterior. Estas perforaciones se realizaron usando una broca diamantada, equipos electromecánicos y accesorios que nos han permitido cortar el concreto armado de una determinada sección. Como se puede mostrar los valores obtenidos en la Tabla N°09, el valor obtenido del concreto existente en elementos tipo columna es de 199.56 Kg/cm<sup>2</sup> este valor obtenido, se usará para cálculos posteriores para el análisis sísmico, estático y dinámico. Teniendo en cuenta que este valor ha sido extraído del promedio de varias muestras tomadas en vigas y columnas. También se debe mencionar que este tipo de ensayo es de naturaleza destructiva, porque la extracción de estas muestras en medida debilita las estructuras, y de esta manera da la posibilidad de apariciones de rotulas pasticas en todos los elementos estructurales, es por esta razón y decisión unánime con el personal técnico se decidió extraer solo 4 muestras en columnas del último piso, con la finalidad de mantener estable la estructura existente. Si bien es cierto la aparición de éstas rótulas plásticas, son un problema en la estructura resistente, porque se evalúa en la linealidad geométrica de primer orden en el rango inelástico no lineal físico. La determinación de la capacidad del concreto, en términos de resistencia a un nivel de diseño o de deformación ha sido analizada según los efectos de las solicitaciones, ya sean los efectos P-delta sobre la estructura general.



**Determinar la capacidad de carga admisible del suelo de la I.E. Ofelia Velásquez.**

**Tabla N°10:** Parámetros Sísmicos

<b>PARÁMETROS SÍSMICOS</b>			
<b>Ítems</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características</b>	<b>Valores</b>
1	Factor de Zona	Zona 03	0.35
2	Cohesión	Suelo S2	1.15
3	Periodo de espectro	Tp	0.60
4	Periodo de espectro	TI	2.00
5	Factor de Amplificación	C	2.50
6	Factor Uso (Edificación esencial)	U	1.50

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** De acuerdo a la norma técnica sismo resistente E-030 en el artículo 10, capítulo II nos indica la aceleración del suelo rígido, de acuerdo al estudio de mecánica y como también lo indica la norma que el parámetro de amplificación sísmica tiene 4 perfiles de suelos. Según el estudio que se ha realizado se tiene un perfil de suelo S2 (Suelo intermedio). Al enlazar la “zona 3” con “S2” obtenemos un factor de S2 = (1.15). Definir los parámetros sísmicos es de vital importancia, porque define el espectro sísmico. Si hablamos de espectro sísmico es hablar del comportamiento del suelo a raíz de una acción sísmica, de esta manera se puede entender la transmisión de energía liberada del suelo a la estructura o edificación. En otras palabras, a través del espectro sísmico, se puede definir el comportamiento del suelo debajo de una estructura cualquiera ante una acción sísmica de diferentes magnitudes. Tenemos en primer lugar a determinar el factor de zona; La zona en el que se ubica la infraestructura educativa es en el departamento de San Martín, dentro de las 04 zonas sísmicas que ha sido dividida el Perú desde el 2018 en función a su aceleración máxima en suelos rígidos de estudios de peligros sísmicos. Pues bien, del lugar de estudio corresponde a la Zona 03, y que se enlaza a tener un valor de  $Z=0.35$  o  $Z = \sqrt{S_x + S_y}$  donde  $S_x$  = la aceleración máxima en el eje X y  $S_y$  = aceleración máxima en el eje Y. El perfil del suelo, en respecto a la condición geotécnica la norma lo presenta en 5 perfiles, el  $S_0$  = Roca dura,  $S_1$  = Roca o suelos muy rígidos,  $S_2$  = Suelos intermedios,  $S_3$  = Suelos blandos,  $S_4$  = Suelos en condiciones excepcionales, el estudio de

investigación corresponde a un suelo intermedio S2 con un factor de Zona 03 nos enlaza a tomar el valor de 1.15 según la tabla n°03 del artículo 13 de la norma E 030. En referencia a los parámetros de sitio  $T_p$  y  $T_I$  donde  $T_p$  es la plataforma del factor C y  $T_I$  es el inicio de la zona del factor C con desplazamientos constantes. Ahora el valor de la amplificación sísmica es  $C=2.50$  puesto que “T” el periodo fundamental es menor que “ $T_p$ ”. Y en referencia a la categoría de la edificación es una edificación esencial de tipo A2 según la tabla n°05 en el capítulo III de la norma E 030 sísmo resistente, porque como espacios puede servir como refugio después de un desastre, ya sea producido por un sismo o un desastre causado por el hombre.

**Tabla N°11:** Capacidad admisible del suelo.

N° Calicata	Módulo	Capacidad	Unidades
01	1	0.81	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Laboratorio SAKIARO.

**Interpretación:** Para determinar la capacidad portante o resistencia del suelo, se tuvo que extraer una muestra del lugar de estudio mediante una calicata, mediante ésta calicata nos permitió examinar las condiciones del terreno en sentido vertical. A través de este método directo y satisfactorio se pudo conocer las condiciones del subsuelo. Ahora la muestra inalterada o que no haya sido afectada por agentes externos que se obtuvo, siendo así su contención de humedad natural o propia del suelo, color, olor, etc., se tuvo que llevar al laboratorio, para realizar sus estudios de propiedades. Según la normativa de suelos y cimentaciones recomienda usar entibados para la extracción de la muestra, más aún si se presentan suelos friccionantes como SM, SW, SP, GM, GW, GP situados bajo el nivel freático. Por otro lado existen otros métodos de extracción de muestras y serán aplicadas según la naturaleza del proyecto como los ensayos de refracción sísmica, trincheras, auscultaciones con posteadora manual, ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), ensayos de penetración estándar (SPT), como Peck, etc. Para determinar la carga última y admisible se usó la fórmula de Karl Terzaghi. Este valor obtenido de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, significa que en 1 cm<sup>2</sup> hay una presión de 0.81 Kg, esta presión puede ser una carga puntual o distribuida que es aplicada al momento de interactuar el suelo con la estructura.

**Tabla N°12:** Resultado de los ensayos de granulometría

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>			
<b>Características</b>	<b>Tipo</b>	<b>Aplica</b>	<b>N° Calicata</b>
Clasificación SUCS	SC	En General	1
Clasificación AASHTO	A-4	En Vías	1

**Fuente:** Laboratorio SAKIARO.

**Interpretación:** Según la norma de suelo y cimentación E-050, NTP 339.134 la clasificación SUCS lo tipifica un suelo SC, dentro de suelos granulares, descripción arena arcillosa. Se tuvo en cuenta que estas dos clasificaciones, se usan a nivel mundial por los ingenieros, donde la clasificación AASHTO está enfocada básicamente al diseño de carreteras, sin embargo, la clasificación SUCS no tiene algún límite, porque se aplica a cualquier tipo de obra civil. En nuestro desarrollo de investigación se han usado las dos tipificaciones relacionadas a las muestras extraídas in situ.

**Tabla N°13:** Limite de consistencia

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>			
<b>N° Calicata</b>	<b>Características</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
01	Limite Liquido	27.62	%
01	Limite Plástico	18.84	%
01	Límite de plasticidad	8.78	%

**Fuente:** Laboratorio SAKIARO.

**Interpretación:** Los límites de consistencia según la ASTM D-4318 es: Entre los estados sólido y semisólido se denomina límite de retracción, el límite entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico y el límite entre los estados plástico y semilíquido, límite líquido. Este límite se calculó mediante la copa de Casagrande, mientras el límite plástico se calculó a través de la elaboración de pequeños cilindros en la palma de la mano, encima de una superficie lisa de unos 3 mm de diámetro y 25-30 mm de longitud. En el momento en el que los pequeños elipsoides se discreticen en trozos de aproximadamente 6 mm se ha alcanzado la humedad del límite plástico. Al igual que en el ensayo del límite líquido, la muestra tuvo que ser expuesta y haber pasado por el tamiz N°40.

**Tabla N°14:** Ensayo de corte directo

<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			
<b>Ítems</b>	<b>Características</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
1	Angulo de fricción	24.00	Grd
2	Cohesión	0.10	Kg/cm2
3	Densidad peso volumétrico	1.76	Gr/cm3
4	Humedad natural	22.46	%

**Fuente:** Laboratorio SAKIARO.

**Interpretación:** Los valores obtenidos, mediante el corte directo según la norma ASTM D 3080, nos sirvieron para determinar la resistencia al corte del suelo deformando un espécimen dentro de un rango controlado de deformación, como el contenido inicial de humedad, peso unitario seco inicial y peso unitario húmedo inicial, esfuerzos de corte, relación de vacíos antes y después de la consolidación y después del ensayo de corte y los grados de saturación inicial y final. Así como el corte directo, existen otros métodos para determinar las características del suelo y según las normativas nacionales e internacionales. El esfuerzo de corte directo o cizalladura va deformar una muestra aplicando una velocidad controlada. Las cargas aplicadas por los esfuerzos de cizalladura o corte directo no se pueden determinar los esfuerzos y deformaciones como el módulo de cizalladura. Los resultados del ensayo realizado, son vulnerados por la presencia de partículas de suelo.

Las condiciones del ensayo, incluyendo los esfuerzos normales y la humedad, son seleccionadas para representar las condiciones de campo que se investigan. La velocidad de deformación debe ser lo suficientemente lenta para asegurar las condiciones de drenaje equivalentes a una presión intersticial nula.

Los estudios realizados en laboratorio, son aplicables al proyecto de investigación con fines académicos, como se muestra en la tabla N°14, el valor del ángulo de fricción es de 24°, lo que significa que el suelo es de clasificación limosa no plástica, de baja compacidad. Una cohesión de 0.10 gr/cm2, lo que indica la unión de las partículas a causa de fuerzas internas. Una densidad de peso volumétrico de 1.76 gr/cm3 y la presencia de humedad hasta un 22.46 %.

## **Determinar el índice de vulnerabilidad sísmica en la infraestructura educativa de la I.E. Ofelia Velásquez.**

La Tabla en mención nos muestra el Nivel de vulnerabilidad sísmica propia de la estructura y normalizada a nivel mundial, la metodología es el de Índice de Vulnerabilidad o método italiano de Benedetti-Petrini.

**Tabla N°15:** Resumen de calificación del índice de vulnerabilidad

<b>Ítems</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado de Vulnerabilidad</b>
1	Iv propio	44.12
2	Ivn normalizado	46.88
3	Vulnerabilidad Normalizado	Alta

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Visualizando la Tabla N°15 nos muestra que el módulo “1” cuentan con una Vulnerabilidad Sísmica Alta, debido a que fueron construidas con ninguna instrucción profesional, en paralelo también, con materiales de construcción de calidad baja en el proceso constructivo. Es preciso indicar que la nominación de Iv, se refiere al índice de vulnerabilidad propia de la estructura que se evalúa en los rangos de 0 a 94 según la metodología de índice de vulnerabilidad. Por otro lado, la nominación Ivn, se refiere al índice de vulnerabilidad normalizado, que fue calculado interpolando los valores calculados sobre los rangos de 0 a 100, según como indica la metodología, siendo a su vez este valor último que define el estado situacional de toda la estructura evaluada. También se debe tener en cuenta que estos valores obtenidos de vulnerabilidad, se transfieren en paralelo el estado situacional de los diferentes módulos dentro del área de influencia de la institución educativa Ofelia Velásquez, porque los análisis y evaluaciones obedecen a un mismo principio, de acuerdo a los parámetros ya estudiados. Siendo a su vez también de carácter vulnerables en todos los ambientes a nivel estructural y no estructural, donde considera espacios que contienen altas densidades de personas o estudiantes de nivel primario y secundario. Y de esta manera tomar en consideración para las posteriores tomas de decisiones para su mejoramiento, reforzamiento, demolición y/o reconstrucción de todas las estructuras existentes con las entidades pertinentes, ya sean municipales distritales o locales o regionales, o propiamente dicha la Ugel san Martín.

**Tabla N°16:** Organización del sistema resistente

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	1	B
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	1	B
Tarapoto 2021.	3°	1	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Este parámetro, evalúa la organización de los elementos resistentes, en otras palabras evalúa los elementos estructurales, principalmente los verticales o columnas, teniendo en cuenta la correcta distribución en la planta de arquitectura, teniendo en cuenta las distancias o luces máximas para su ubicación, pero sin embargo la construcción fue realizada en el año de 1958, año antes de 1997 que se actualizó la norma sismo resistente aplicada en instituciones educativas, razón por la cual, esta construcción se hizo sin tener en cuenta los parámetro de diseño en su construcción, dejando la posibilidad de hacer vulnerable la estructura. El no estar organizado las columnas correctamente, pone en vulnerabilidad a los elementos estructurales y no estructurales en toda la edificación consecuencia la vulnerabilidad se extiende hasta los estudiantes, muy independiente de la estructura en pie.

**Tabla N°17:** Calidad del sistema resistente

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	2	C
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	2	C
Tarapoto 2021.	3°	2	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Este parámetro hace mención a la calidad de la obra, en estructuras de concreto armado, básicamente los materiales que se usaron en el momento de la ejecución y la calidad de la mano de obra calificada en su ejecución. Pero sin embargo en campo se ha observado, en algunos casos materiales de baja calidad como el concreto y acero corroído por la humedad, y la deficiencia de supervisión.

**Tabla N°18:** Resistencia convencional

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	0	B
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	0	B
Tarapoto 2021.	3°	0	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Este parámetro refleja la reacción que tiene cada columna y en conjunta frente a una acción sísmica, y básicamente conociendo los parámetros sísmicos y su aplicación denominada cortante basal. El desarrollo de la resistencia convencional, se vale de los resultados obtenidos mediante el estudio de mecánica suelos y topográficos, y de esta manera mediante cálculos matemáticos determinar las cortantes resistentes y actuantes, y de esta manera poder determinar los valores según los rangos establecidos para este parámetro.

**Tabla N°19:** Posición del edificio y cimentación

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	2	C
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	2	C
Tarapoto 2021.	3°	2	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se interpreta en primer lugar a la topografía, la ubicación o cuanto pendiente tiene el terreno, esto va influir en la vulnerabilidad de la estructura, como es nuestro caso la pendiente del terreno ubicado es del 15% y hace vulnerable a la estructura por la contigüidad del pabellón. En donde funcionan los ambientes administrativo como secretaria, dirección, sala de profesores para reuniones, etc., y en segundo lugar se determinó se ubicó la cimentación de la estructura, lugar donde se verificó la existencia de zonas húmeda, presencia de filtraciones de agua, sales minerales, o que la estructura este siendo empujada por una fuerza lateral de suelo, y apoyada sobre muros de contención, muros de gravedad, etc. resultando así la posibilidad de vulnerabilidad su estructura, tanto en el concreto, en el acero y en elementos no estructurales.

**Tabla N°20:** Diafragmas horizontales

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa Estatal	1°	0	A
Ofelia Velásquez-Tarapoto	2°	0	A
2021.	3°	0	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Este parámetro se refiere a la losa aligerada, a la conexión que existe ésta y los elementos horizontales o verticales, así mismo se verifica si la losa aligerada no presenta asentamientos diferenciales debido al deterioro de los materiales que se usaron para su construcción o que haya sufrido un sismo y no ha sido reforzada, etc. Dando la posibilidad de desplomarse. El diafragma horizontal cumple una función importante, en básicamente sostener la tabiquería móvil, el peso propio y la carga viva.

**Tabla N°21:** Configuración en planta

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	0	A
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	0	A
Tarapoto 2021.	3°	0	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Este parámetro se refiere a la geometría en planta de la edificación existentes: Esto quiere decir que si la estructura en planta es regular tanto en base como en altura, sus centro de masas y rigideces van a coincidir, cumpliendo las normas establecidas de sismo resistencia o llamada excentricidad, pero si la estructura en planta presenta una geometría irregular, existe la posibilidad de que sus centros de masas y rigideces no coincidan, dando la posibilidad de un fenómeno llamado distorsión accidental y vulnerando la estructura, en el caso de que no haya sido considerado el reglamento nacional de edificaciones la norma E-030 Sismo resistente. Se debe tener en consideración que la distancia existente entre un centro de masa y el centro de rigidez se denomina Excentricidad, un valor que no debe exceder el 5% de la base en cualquiera de las dos direcciones X y Y.



**Tabla N°22:** Configuración en elevación

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa Estatal	1°	0	A
Ofelia Velásquez-Tarapoto	2°	0	A
2021.	3°	0	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se debe tener en cuenta las diferencias de alturas de entresijos, lo que significa que la configuración en elevación, vayamos a una edificación de 7 pisos, y que desde la base hasta la azotea no haya sustracción ni adición de espacios volumétricos, entonces la estructura va ser posible de tener una buena configuración en planta, pero sin embargo sucede o se presenta de manera contraria, existe la posibilidad de que la configuración en planta haya mucha distorsión, debido a que su configuración en elevación no haya sido diseñada de manera correcta, considerando los criterios de diseños en la norma técnica peruana.

**Tabla N°23:** Distancia máxima entre columnas

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	2	C
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	2	C
Tarapoto 2021.	3°	2	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se refiere a las distancias de luces libres entre elementos resistentes o columnas, teniendo en cuenta que, si existen mayores luces de concreto armado, pues tienden a asentarse y dejando la posibilidad de fallar por su propio peso. Este parámetro también es evaluado con elementos de albañilería, y requiere de otros procedimientos matemáticos en su desarrollo, resultando así un resultado veraz para estructuras de concreto armado. Y además refiere al pre dimensionamiento de los elementos estructurales tipo columna y también tipo viga. Su naturaleza demanda el estudio o análisis de columna fuerte y viga débil, pero en este proyecto no es el caso.

**Tabla N°24:** Elementos de baja ductilidad

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	2	C
Estatad Ofelia Velásquez-	2°	2	C
Tarapoto 2021.	3°	2	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se refiere a que se tuvo la presencia de columna cortas en las estructuras estudiadas, esto quiere decir que una columna común ha sido reducida por la acción de adherencia de un muro de albañilería, convirtiéndolo así en columna corta, puesto que la concentración de esfuerzos va a generar deformación excesiva y tensiones, vulnerando la estructura frente a un sismo. Las columnas cortas existente de diferentes alturas, y de ello depende la cantidad de concentración de energía frente a una acción sísmica. En esta estructura el 80% de las columnas presenta esta anomalía, porque los muros de albañilería están empotradas a los elementos resistentes verticales, como son básicamente las columnas.

**Tabla N°25:** Elementos no estructurales

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	1	B
Estatad Ofelia Velásquez-	2°	1	B
Tarapoto 2021.	3°	1	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se refiere a la conexión de elementos no estructurales a elementos estructurales, como por el ejemplo un parapeto, se puede mostrar bien conectados a las columnas, o cualquier estructura que se encuentre encima del techo, ya sea aligerado o con cobertura liviana, estos a su vez representa un riesgo sísmico al momento de colapsar, como son también tanques elevados, estructuras de concreto sin un fin necesario. Estos elementos no estructurales van a posicionar a la estructura general en una situación vulnerable, y éste a su vez serán necesarias sus mejoras.

**Tabla N°26:** Estado de conservación

Institución	Niveles	Valor Calificado	Calificación
Institución Educativa	1°	1	B
Estatal Ofelia Velásquez-	2°	1	B
Tarapoto 2021.	3°	1	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Interpretación:** Se refiere al estado actual de la estructura, elementos estructurales y no estructurales, como columnas y vigas, losas, escaleras, muros de albañilería, cobertura, etc.

### **Análisis Sísmico desarrollado en el programa ETABS**

Según como se indicó en la norma técnica sismo resistente E-030, fue aplicada en las aulas del módulo “1” de la institución educativa Ofelia Velásquez. Como primer paso, se indicó definiendo los materiales, como producto del resultado de los estudios realizados en campo, ya sea topográfico, los parámetros sísmicos del estudio de mecánica de suelos, los ensayos realizados mediante perforación diamantina para determinar la resistencia del concreto existente. Éste análisis se ha desarrollado con el programa ETABS, nos permitió hacer los análisis mediante el método de los elementos finitos con la precisión y exactitud requerida. Mediante este método se puede modelar y realizar hasta el diseño de acero en todos los elementos estructurales, lo cual no es materia de este proyecto. A su vez pudo hacer los análisis en el rango elástico o lineal, y en el rango inelástico no lineal. En esta oportunidad se analizó en el rango elástico lineal, debido a la magnitud de la estructura. En relación a los estudios básicos que se ha realizado en campo, y la recopilación de información, mediante la recolección. Es importante definir el alcance de los objetivos de los análisis que se va realizar a la estructura. Se puede observar en la tabla N°27, los estados de deformación cuando un material es sometido a esfuerzos externos, estos sufren deformaciones diferenciales, iniciando desde la zona elástica hasta el límite, y posteriormente fijando punto de partida de fluencia hasta el fin en su etapa de la misma zona de fluencia, y luego llegando a la zona de endurecimiento y estricción. Y de esta manera el material sometido a cargas llegue a su etapa de ruptura desde la zona elasto plástico hasta el final de la zonal plástica.

**Tabla N°27:** Ley de esfuerzo y deformación de un material

Relación	Estados	Tipo de Análisis
Esfuerzo-Deformación	Zona Elástica	Análisis Lineal
Esfuerzo-Deformación	Zona Fluencia	Análisis No Lineal
Esfuerzo-Deformación	Zona Endurecimiento	Análisis No Lineal
Esfuerzo-Deformación	Zona Estricción	Análisis No Lineal

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Estos elementos estructurales técnicamente han cumplido con su vida útil, de 50 años, porque así lo menciona la norma técnica E-030, y es esa razón también que se eligió esta institución. La gran mayoría de estos elementos yacen desde el año de 1958, año en que no había una norma actualizada de sismo resistente, para cumplir con las normas legales de construcción, la recopilación de información nos muestra la siguiente tabla con las secciones de los elementos estructurales.

**Tabla N°28:** Cuadro de Resumen de secciones de vigas y columnas

MÓDULO	MÓDULO "1"
Columna 1 (C-1)	0.30 m x 0.45 m
Columna 2 (C-2)	0.30 m x 0.45 m
Columna 3 (C-3)	D=0.25m
Viga Principal (VP)	0.30 m x 0.50 m
Viga Secundaria (VS)	0.25 m x 0.20 m
Viga de Borde (VB)	0.15 m x 0.50 m

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

A través de la inspección ocular realizada en campo se pudo identificar los elementos estructurales como se muestra en la tabla n°28, columnas rectangulares y circulares, éste último construido técnicamente errónea, debido a su ubicación de entrepisos en su discontinuidad. Las vigas de borde presentes en la estructura cumplen una función importante de conectar las estructuras horizontales como las vigas principales y losas aligeradas.

## Análisis Dinámico Lineal de las Estructuras

Una vez realizada el análisis estático, se procedió a la verificación de desplazamientos y distorsiones de entrepisos, según los parámetros que indican la norma técnica E-030 Sismo resistente.

### Desplazamiento y Control de derivas según el RNE – E.030 sismo resistente.

**Tabla N°29:** Desplazamiento de diafragma rígido por pisos en dirección X-X

MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i$ (cm)
NIVEL 1	X-X	1°	1.5848
NIVEL 2	X-X	2°	2.4138
TECHO 1	X-X	3°	3.3236
TECHO 2	X-X	4	3.5560

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

**Tabla N°30:** Control de derivas elástica de entrepisos X-X

ELEVACIONES DEL MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i/h_{ei}$
BASE	X-X	0°	0.000000
NIVEL 1	X-X	1°	0.003387
NIVEL 2	X-X	2°	0.002762
TECHO 1	X-X	3°	0.002858
TECHO 2	X-X	4°	0.002918

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Como se puede observar en la tabla N°30 la máxima deriva de entrepisos, sin la aplicación de la norma técnica, el valor 0.003387, correspondiente al nivel n°01. Estas derivas se encuentran por encima del valor establecido en la norma técnica sismo resistente E-030, donde se pudo haber controlado en el proceso constructivo.

**Tabla N°31:** Control de derivas máximas inelásticas de entrepisos X-X

ELEVACIONES DEL MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i/h_{ei}$	SEGÚN LA NORMA E-030
BASE	X-X	0°	0.000000	0
NIVEL 1	X-X	1°	<b>0.020322</b>	<b>NO CUMPLE</b>
NIVEL 2	X-X	2°	0.016572	NO CUMPLE
TECHO 1	X-X	3°	0.017148	NO CUMPLE
TECHO 2	X-X	4°	0.017508	NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Según la norma técnica peruana E-030 sismo resistente, para estructuras regulares las derivas máximas deben multiplicarse por  $0.75 \cdot R$ , tanto para el eje X y para el Eje Y, y la componente de los máximos valores se toma como las derivas máximas de toda la estructura. Se debe tener en cuenta que el techo n°01 y techo n°02 son de estructuras de concreto armado, y por encima de esa estructura existe cobertura liviana, esto para proteger de las inclemencias de la naturaleza, la lluvia, debido a la ubicación de la institución en la parte oriental del Perú, un clima tropical, húmedo o lluvioso.

**Tabla N°32:** Desplazamiento de diafragma rígido por pisos en dirección Y-Y

MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i(cm)$
NIVEL 1	Y-Y	1°	0.8057
NIVEL 2	Y-Y	2°	1.1244
TECHO 1	Y-Y	3°	1.9549
TECHO 2	Y-Y	4°	2.2545

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Esto se refiere al desplazamiento del centro de diafragma horizontal, determinando así los centímetros desplazados de su eje, sus direcciones del Eje X-X y Eje Y-Y.

**Tabla N°33:** Control de derivas elástica de entrepisos Y-Y

ELEVACIONES DEL MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i/h_{ei}$
BASE	Y-Y	0°	0.000000
NIVEL 1	Y-Y	1°	0.001733
NIVEL 2	Y-Y	2°	0.001136
TECHO 1	Y-Y	3°	0.002710
TECHO 2	Y-Y	4°	0.003853

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

El control de deriva es un concepto muy importante, porque demuestra las distorsiones excesivas en el modelamiento, antes de realizar el diseño es de vital importancia realizar los estudios sísmicos estáticos y dinámicos. Porque de esta manera se estaría evitando múltiples falencias de diseño, como el de la columna corta, piso débil o piso blando, columna fuerte viga débil demostrado con sistemas de operación sencilla o realizarlo por el método de diseño por capacidad.

**Tabla N°34:** Control de derivas máximas inelásticas de entrepisos Y-Y

ELEVACIONES DEL MÓDULO "1"	DIRECCIÓN	NIVELES	$\Delta_i/h_{ei}$	SEGÚN LA NORMA E-030
BASE	Y-Y	0°	0.000000	0
NIVEL 1	Y-Y	1°	0.010398	NO CUMPLE
NIVEL 2	Y-Y	2°	0.006816	SI CUMPLE
TECHO 1	Y-Y	3°	0.01626	NO CUMPLE
TECHO 2	Y-Y	4°	<b>0.023118</b>	<b>NO CUMPLE</b>

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Según la norma técnica sismo resistente E-030 el desplazamiento relativo de entrepiso en estructuras de concreto armado no debe exceder de

$$(\Delta_i/h_{ei}) < 0.007$$

Pero sin embargo las derivas obtenidas se deben multiplicarse por 0.75\*R.

**Tabla N°35:** Control de derivas máximas Inelásticas en la estructura X; Y

<b>ELEVACIONES DEL MÓDULO “1”</b>	<b>DERIVA MAX. EN “X”</b>	<b>DERIVA MAX. EN “Y”</b>	<b>SEGÚN LA NORMA E-030</b>
NIVEL 1	<b>0.017148</b>	-	NO CUMPLE
TECHO 2	-	<b>0.023118</b>	NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

De la Tabla N°35, se puede observar según los análisis sísmicos, calculados en ETABS no cumplen de acuerdo a la norma técnica sismo resistente E-030, puesto que las derivas se encuentran por encima de lo permitido, que es de 0.007 para estructuras de concreto armado, es preciso mencionar que en ningunos de los niveles en ambas direcciones no cumplen, la norma ya mencionada.

Según los resultados obtenidos, de acuerdo a la evaluación de vulnerabilidad sísmica indicando que el módulo “1” resulta tener una **VULNERABILIDAD ALTA**, siendo a su vez coincidente con el parámetro 06: Configuración en planta, según los resultados obtenidos mediante el Etabs, el control de deriva no cumple con la normativa sismo resistente RNE – E.030 demostrando que excede los 0.007 que en ella lo establece.



## V. DISCUSIÓN

Se realizó la evaluación de vulnerabilidad sísmica en el módulo N°01, el único módulo que tiene tres niveles entre los demás que contienen dos, en el interior de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, con la metodología de Índice de Vulnerabilidad, indicando que este método es la forma más sencilla de poder hacer una evaluación de una estructura ya existente, con solo teniendo en cuenta los estudios básicos de mecánica de suelos, topografía, recopilación de información histórica y tomas de medida de los ambientes y posteriormente ubicarlos en formatos ya preestablecidos por el método, de la misma manera según Quiroga (2016), en su investigación titulada *Evaluación de Vulnerabilidad Estructural de Edificios del Centro de la ciudad de Bogotá utilizando la metodología de Índice de Vulnerabilidad*, indica en sus conclusiones el método que se aplica en la evaluación es sumamente sencillo, porque requiere de cálculos rápidos recopilados a través de fichas de recolección de datos, y con esta información evaluar la infraestructura, o edificio de manera sísmica, también una de las ventajas que tiene es, determinar de manera rápido el problema, y el planteamiento de la solución de manera económica. Pero sin embargo se discrepa en su conclusión de que el parámetro número 11, es el más importante de la metodología, porque aparte de indicar el estado de conservación de la estructura, también abarca la resistencia y la capacidad del suelo, por lo que un ligero descripción de información, resultaría dándole más vulnerabilidad a la estructura, pero sin embargo para nuestra investigación los parámetros más importantes y relevantes son el número 06 y el número 09, porque mucho depende de la geometría en planta para evitar las patologías de distorsión accidental, en nuestro caso ha resultado en Categoría "A", una estructura regular dentro de los parámetros establecidos, pero sin embargo en los elementos de baja ductilidad, estos pueden verse demasiados afectados debido a la patología de distorsión accidental, reflejándose en fallas de columna corta en una Categoría "C". Al realizar los análisis sísmicos estáticos y dinámicos, del módulo "1", teniendo en cuenta los resultados de Vulnerabilidad Baja en la configuración en planta y en elevación, el diafragma rígido ha sido demostrado mediante el modelamiento con el programa ETABS que cumple las exigencias de la norma sismo resistente E-030, como se puede observar en la tabla N° 35.

**Tabla N°35:** Control de derivas inelásticas máximas en la estructura X; Y

ELEVACIONES DEL MÓDULO "1"	DERIVA MAX. EN "X"	DERIVA MAX. EN "Y"	SEGÚN LA NORMA E-030
NIVEL 1	0.017148	-	NO CUMPLE
TECHO 2	-	0.023118	NO CUMPLE

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Como se podrá observar en las tablas ya mencionadas las derivas se encuentran por encima de 0.007, valor que establece las distorsiones de entrepiso en dirección X y Y, según la norma E-030,asimismo Cortez, Á. (2017) en su investigación titulada *“Evaluación de la vulnerabilidad Sísmica con el método italiano de Benedetti y Petrini e Hirosawa en los elementos estructurales ubicados en el Centro Histórico de la ciudad de Sincelejo,* que la estructura del edificio o el pabellón de análisis es de vulnerabilidad media con problemas de rigidez en sus direcciones X-Y como resultado final, y de valor Iva de 34.37. Según el análisis realizado con la metodología de Índice de Vulnerabilidad donde se evalúan en las ambas direcciones X-X y Y-Y, nos determina según los procedimientos y cálculos que el nivel n°01 y el nivel n°02 son de alta vulnerabilidad de direcciones ya mencionadas, pero sin embargo resultando una zona segura en el tercer nivel en la dirección Y-Y, y como último se muestra también seguro en el piso número 06, en ambas direcciones. Y por otra parte se menciona que los resultados obtenidos han sido completados a través de los análisis sísmicos, estático y dinámico con los programas ETABS para el Método cuantitativo demostrándose excesivos desplazamientos en las derivas de entrepiso, siendo la más crítica la del nivel número 03 en la dirección X-X con un valor de 7,546% mucho más alto a lo permitido por la NTE-E030. Según Torres. (2017) en su artículo de investigación de *Seismic Vulnerability Rate in Masonry Buildings based on Experts’ Opinión.* Concluye que las distorsiones entre pisos de los pabellones, así como las fuerzas cortantes mínimas en dos direcciones requieren de un control de fisuras mediante el modelamiento estructural en el software Etabs .En nuestra investigación las distorsiones se categorizas en tipo A, en el parámetro 06.Respecto a los resultados obtenidos mediante el estudio de vulnerabilidad sísmica, el Índice de Vulnerabilidad propia es de 46.88, valor que está por encima del parámetro establecido para una

vulnerabilidad muy alta, este método cualitativo descriptivo es de naturaleza sencilla, pero muy certera en sus resultados, porque se valen de herramientas poderosas como las interfaces del programa ETABS, indicando los modelamientos sísmicos en sus estructuras así como lo menciona Cartagena, E. en su tesis titulada *Vulnerabilidad Sísmica en el Distrito de Ciudad Eten Aplicando Índices de Vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)*. Donde indica que la aplicación de la metodología es correcta y oportuna siendo aplicada en ciudades grandes, y pueblos jóvenes. Según los estudios de Norabuena. (2015) en su tesis de pregrado titulada *“Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en las Instituciones del Nivel Secundario del Distrito de Pativilca Provincia de Barranca-Lima-2015 Concluyó lo siguiente: Que la mayoría de profesionales ignoran el estudio de vulnerabilidades al momento de aplicar en sus diseños, y esto ocasiona posibles desplomes de edificaciones después de su construcción. Así como también uno de los objetos fue identificar los parámetros sísmicos de acuerdo a los estudios básicos de mecánica de suelos que indica tener un factor de zona (Z) de 0.25, Factor de uso (U) de 1.5, factor de amplificación sísmica (C) de 2.5 y un factor de suelo (S) de 1.2 la cual esta información se consiguió de los cálculos realizados de los estudios básicos en el lugar de la institución educativa. Concluye también que el grado de aceleración, los controles de derivas, aceleraciones y los espectros y su velocidad, pues es un riesgo latente. En la presente investigación en paralelo con la recolección de información y la extracción de muestra para el respectivo análisis de suelos en gabinete se determinó que el lugar contiene parámetros sísmicos según la tabla N° 10 como el factor de zona (Z) de 0.35, Factor de uso (U) de 1.5, factor de amplificación sísmica (C) de 2.5, periodo de espectro  $T_p=0.60$  y periodo de espectro  $T_I=2.00$  según las normas sismo resistente E-030 y un factor de suelo (S) de 1.15. Los resultados tanto en factor de zona (Z) como en el factor de suelo (S) no son semejantes ya que los estudios de suelos de Norabuena (2015) fueron en una ciudad distinta al del presente caso de estudio por lo tanto los resultados de estos dos factores difieren. Según Flores, P. en su tesis de pregrado titulada *“Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Públicos y Privados del Distrito de la Victoria*. Concluyó que el método escogido, que FEMA 154, se puede aplicar en edificaciones del Perú, porque cumplen condiciones en referencia a la norma técnica E-030, pero, sin embargo, algunos parámetros deben ser más*

precisos en el suelo. Concluye también que este método de Índice de Vulnerabilidad más que FEMA 154, se aplican más a estudios de grandes ciudades, y obtener resultados más confiables de acuerdo a su procedimiento, y de esta manera mejorar los planes de mitigación de desastre. Concluyó también que para obtener los resultados de vulnerabilidad sísmica mediante el método de Índice de Vulnerabilidad, es necesario y obligatorio tener presente la norma técnica sismo resistente E-030, método italiano aplicable mediante 11 parámetros a edificaciones de albañilería reforzada y edificios de concreto armado, también concluye que se debe persistir en hacer investigaciones más amplias sobre las estructuras en aparente estado de vulnerabilidad en edificaciones existentes, llámese los colegios, hospitales, etc., de esta manera identificar el grado de daño. Concluye que ningún estado local ni regional considera en su plan de evaluación las determinaciones de evaluación de vulnerabilidad en sus proyectos que se licitan, ni a los contratistas y a los proyectistas, llevando de esta manera a la certeza de concluir viviendas seguras y capaces de resistir fuerzas externas como los sismos. De acuerdo a estas investigaciones de Flores (2015), haciendo mención siempre la seguridad ante todo en la aplicación de la metodología de Índice de Vulnerabilidad, se debe mencionar en nuestra investigación el primero de los 11 parámetros que es la “organización del sistema resistente” donde de acuerdo a la creación o modificación de la norma sismo resistente E-030 del año 1997 y el año de construcción de la edificación representa la aplicabilidad y no aplicabilidad de los parámetros, y esto resulta una calificación en la sección de “B”, ahora el parámetro número 2 denominada “calidad del sistema resistente” ,determinada según la calidad de los materiales y la calidad del personal durante su ejecución lo califica en la sección “C” ,consiguientemente se menciona el parámetro número tres referido a la “resistencia convencional” donde se indica una calificación predominante de “B” donde las estructuras resistente van a soportar esfuerzos medianamente ante cargas horizontales obteniendo un factor  $\alpha_h$  mayor a 0.60 y menor a 1.2 , en el parámetro número cuatro referido a la “posición del edificio y cimentación” ,donde la estructura se encuentra de acuerdo a los estudios de mecánica de suelos en un suelo intermedio o flexible sin sales ni humedad y con pendiente pronunciada ,y en referencia a la edificación se encuentra en construida sin dirección técnica y esto representa una calificación de “C”, en referencia al parámetro cinco de los

“diafragmas horizontales” resultando una clasificación de “A” donde la estructura de losa aligerada cumple con las condiciones de no presentar desniveles, que la deformación en su estructura es despreciable y presenta una adecuada transmisión de cargas horizontales y verticales. Para el parámetro número seis referido a la “configuración en planta” lo clasifica en “A” porque no existe discontinuidades en los lados laterales ni centrales, donde el valor de  $L$  es 24.30m y “a” es 6.45m resultando un valor de 0.27, este valor siendo mayor igual a 0.25 según la clasificación de los parámetros y lo pone en la sección “A”. En el parámetro número siete referido a la “configuración en elevación” presenta una calificación predominante de “A” porque el valor de  $IR$  es mayor a 0.66, valor obtenido de la altura total del edificio dividido entre la altura total del edificio, ya que en su extremo no existe discontinuidad y esto resulta un valor de cero. Ahora el parámetro número ocho referido a la “distancia máxima entre elementos resistentes” donde lo coloca en la sección “C”, habiendo así la discontinuidad de elementos verticales entre el primer nivel y el segundo y tercero, conteniendo la base la viga mucho mayor a la base o diámetro de la columna. Ahora el parámetro número nueve referido a los “elementos de baja ductilidad” o las patologías por fallas de columna corta o siendo menor la altura a la mitad de altura total de columna, es así en campo se ha presenciado este diseño de error en todos sus niveles y lo clasifica en la sección “C”. Ahora el parámetro número diez referido a los “elementos no estructurales” donde los muros se encuentran mal conectados al sistema resistente y lo clasifica en la sección “B” y por último el parámetro número once donde se refiere al “estado de conservación”, clasificado en la sección “B” donde la estructura de la edificación tanto elementos estructurales y no estructurales se encuentran ligeramente en mal estado, obteniendo como resultado predominante en su unidad de estudio, un índice de vulnerabilidad alta. Mientras que en la investigación de Flores (2015) se obtuvo como resultados para los 11 parámetros lo siguiente: El primer parámetro “organización del sistema” una calificación predominante de “A”, para el segundo parámetro “calidad del sistema resistente” se obtuvo una calificación predominante de “A”, ya que a diferencia del trabajo realizado por Flores(2015), el concreto utilizado para la construcción de las estructuras parecen ser de buena consistencia, dura al rayado y bien ejecutada, para el tercer parámetro “resistencia convencional” se obtuvo una calificación predominante de “B”, ya que con nuestra investigación

tiene coincidencia en los trabajos de Flores (2015), para el cuarto parámetro “posición del edificio y cimentación” se obtuvo una calificación predominante de “A”, donde hay diferencia con nuestro trabajo de investigación con la realizada por Flores (2015) ya que las estructuras fueron cimentadas sobre un suelo inestable, para el quinto parámetro “diafragmas horizontales” se obtuvo una calificación predominante de “B”, a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015), el diafragma de nuestra estructura presentaba una conexión ineficaz con los muros, para el sexto parámetro “configuración en planta” se obtuvo una calificación predominante de “B”, ya que a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015), la relación de dimensiones entre el lado menor y mayor se dan entre 0.4 y 0.8, para el séptimo parámetro “configuración en elevación” se obtuvo una calificación predominante de “A”, al igual que el trabajo realizado por Flores (2015), ya que las estructuras no presentaban variaciones significativas del sistema resistente entre pisos consecutivos, para el octavo parámetro “conexión con elementos críticos” se obtuvo una calificación predominante de “A”, ya que a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015), en nuestra investigación la conexiones viga – columna de las estructuras es buena, para el noveno parámetro “elementos de baja ductilidad” se obtuvo una calificación predominante de “B”, a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015), en nuestra investigación existen en sus tres niveles patologías de columna corta, para el décimo parámetro “elementos no estructurales” se obtuvo una calificación predominante de “A”, a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015), nuestra estructura presenta elementos no estructurales y no conectados a sistemas resistentes, para el onceavo parámetro “estado de conservación” se obtuvo una calificación predominante de “A”, ya que a diferencia del trabajo realizado por Flores (2015) nuestra estructura se encuentra en un está ligeramente mal, debido a la presencia de humedad producido por las intensas lluvias en la zona, resultando así el deterioro al acero estructural. Y concluyentemente según la tabla N°53 se puede observar los resultados obtenidos con la metodología de Índice de vulnerabilidad donde una vez encontrada el  $I_v$ , donde se interpola linealmente en un rango que va desde 0 hasta 94.12, resultando un valor de 44.12, y este valor canalizándolo en un rango de Índice de Vulnerabilidad Normalizado que va desde 0 hasta 100, donde se obtuvo el valor de 46.88, lo que significa que la estructura o edificación tiene una vulnerabilidad muy

alta. Según Cruzalegui, L. (2018) en su investigación de tesis titulada “*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa de Coyllur, Ciudad de Huaraz - Región Ancash 2018*”. Concluyeron que: Al determinar el estudio que evalúa el grado de daño a nivel de sismo en el colegio, y tomando como unidad de análisis el Pabellón que corresponde al bloque 02, el pabellón muestra un desarrollo estructural moderado puesto que el control de deriva y desplazamientos están dentro de los permitidos por la norma E-030. Las ratios de capacidad y demanda de los elementos estructurales de la institución están controladas, por entonces decirlo, los elementos estructurales dentro de la curva de capacidad no colapsan frente a solicitaciones que se estudian en el rango inelástico, mientras que en nuestra investigación según la norma sismo resistente E-030 coinciden, de acuerdo a los parámetros de configuración en planta y en elevación, mediante el modelamiento en el rango elástico, la estructura es controlada mediante las derivas en los entrepisos, que se encuentran menores a 0.007. Según Balladares, L. (2005). En su informe final sobre la *Elaboración de Mapa de Peligro Sísmico de la Ciudad de Lamas*. Concluye lo siguiente: Las entidades regionales y locales, deberían considerar en la programación anual para su cartera de proyectos. Nuestra investigación tiene los rangos de vulnerabilidad bajo, medio y alto, y como Balladares también tiene los valores cualitativos como índice Alto, Medio y Bajo de vulnerabilidad en las estructuras de análisis, donde se pudo mostrar en la institución educativa el grado de vulnerabilidad sísmica con la metodología italiana, considerando que se tuvo presente todo el tiempo los parámetros que mencionan en la NTP sismo resistente E-030. En nuestro proyecto los entrepisos están controlados mediante el análisis sísmico que se ha realizado en la estructura, en cambio para Balladares (2005) el programa ETABS para su modelamiento le fue muy útil y beneficioso para su evaluación de vulnerabilidad.

## VI. CONCLUSION

- 6.1. A través de la inspección ocular y la recopilación de información en las fichas se determinó en la Institución Educativa Ofelia Velásquez, 09 ambientes ubicados dentro de los 03 niveles del módulo 1, 06 aulas, 02 almacenes y 01 sala de costura, también determinamos las secciones de los elementos estructurales, Vigas Principales de 0.30mX0.50m, Vigas Secundarias de 0.25mX0.20m, Vigas de borde de 0.15mX0.50m, Columnas rectangulares de 0.30mX0.45m, 0.25mX0.25m y Columnas Circulares de diámetro:  $D=0.25m$ , con una losa aligerada de espesor  $e=0.20m$ .
- 6.2. Se pudo realizar los estudios de perforación con diamantina, para determinar la resistencia a la compresión del concreto existente en elementos estructurales con un valor de 199.56 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.3. Se realizó el estudio de mecánica de suelos donde se extrajo muestra de 1 calicata referenciado estratégicamente con la finalidad de abarcar toda el área de influencia del proyecto, se determinó que el suelo donde se ubica la infraestructura educativa Ofelia Velásquez tiene una capacidad de carga admisible de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, además los suelos han sido clasificados de tipo SC o A-4 según clasificación SUCS y AASHTO. También se debe indicar que se obtuvo los parámetros sísmicos; Un factor de Zona 03,  $Z=0.35$ , un  $S_2=1.15$ ,  $T_p = 0.60$  y  $T_l=2.00$ , un factor de amplificación  $C=2.5$  y un factor de Uso  $U=1.50$ .
- 6.4. Se determinó la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez con el método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, obteniendo 46.88 de Vulnerabilidad Normalizada Alta correspondiente al Módulo "1" y, a través del programa ETABS se verificó que el módulo no se encuentra dentro de los rangos de distorsión de entrepiso como indica la Norma E-030.



## VII. RECOMENDACIÓN

- 7.1. En relación a los ambientes y elementos estructurales, se recomienda tener en cuenta las bibliografías sobre estudios de vulnerabilidad sísmica, en coordinación con la Norma Técnica Peruana E-030 Sismo resistente, y no dejar por alto el análisis o diseño de los elementos no estructurales, y generar anomalías como las irregularidades en planta, en elevación, efectos de columna corta y efectos de columna fuerte viga débil, teniendo en cuenta la inequación  $\sum M_{col} \geq 1.20 * \sum M_{viga}$ .
- 7.2. En función a los estudios de perforaciones con diamantina para determinar la resistencia del concreto existente, se recomienda usar otros métodos con ensayos no destructivos como el martillo de rebote o esclerómetros definido por la norma técnica colombiana NTC 3692 y la ASTM C805, el ensayo de pulso ultrasónico basado en la NTC 4325 y en la BS 1881 o en la ASTM C597 y el georadar.
- 7.3. En relación a los estudios de mecánica de suelos, para determinar la capacidad de carga admisible, en su defecto se debe tratar de fijar más puntos de análisis en la zona del proyecto, puesto que las muestras serían más representativas para obtener información más precisa, asimismo se recomienda realizar métodos especiales como ensayos triaxial estático con la finalidad de obtener resultados más confiables.
- 7.4. Finalmente, recomendamos a las autoridades pertinentes, a realizar gestiones de mejoras como la reparación y reforzamiento de los elementos resistentes existentes a través de los encamisados, con la finalidad de incrementar la capacidad de carga, rigidez, ductilidad, propiedades de amortiguamiento y el estado de servicialidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, S. et al. (2015) Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti - Petrini en la Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 214 pp. Obtenido de: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7235>

Alvarado, S. et al. (1988) "Vulnerabilidad y Análisis del Riesgo Sísmico de Huaraz "Tesis N° 3711 FIC-UNI". (1998). Obtenido de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2881>

Ahumada, J. et al. (2015) Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica usando el Método del Índice de Vulnerabilidad en viviendas construidas en el Barrio la Paz. Barranquilla-Colombia. Artículo de la Novena Conferencia de América Latina y Caribe de Ingeniería y Tecnología [en línea]. Agosto – 2015. Disponible en [http://www.laccei.org/laccei2011edellin/refereedpapers/ce236\\_ahumada.pdf](http://www.laccei.org/laccei2011edellin/refereedpapers/ce236_ahumada.pdf)

Álzate, A. (2017) "Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables de los grupos III y IV, según la nsr-10, en el municipio de Dosquebradas, Risaralda". (Trabajo de grado). Universidad Libre, Pereira, Colombia. Obtenido de: <http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/viewer/index.jsp?file=123456789/852/evaluaci%c3%93n%20de%20la%20vulnerabilidad%20estructural.pdf>

Alvayay, D. (2016) "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad". (tesis inédita de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile (2016). Obtenido de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia473e/doc/bmfcia473e.pdf>

Abanto, S. C. (2015) "Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método De Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad". Trujillo. Obtenido de:

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2056/1/rep\\_ing.civil\\_sarita.abanto\\_deysi.cardenas\\_determinaci%c3%93n.vulnerabilidad.s%c3%8ds mica.aplicando.m%c3%89todo.benedetti.petrini.instituciones.educativas.centro.hist%c3%93rico.trujillo.la.libertad.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2056/1/rep_ing.civil_sarita.abanto_deysi.cardenas_determinaci%c3%93n.vulnerabilidad.s%c3%8ds mica.aplicando.m%c3%89todo.benedetti.petrini.instituciones.educativas.centro.hist%c3%93rico.trujillo.la.libertad.pdf)

Briones, E. et al. (2020) “Vulnerabilidad sísmica de la institución educativa particular San José School, Trujillo, 2020”. Perú, Obtenido de: [file:///c:/users/admin/downloads/briones\\_ske-mora\\_vpe-sd.pdf](file:///c:/users/admin/downloads/briones_ske-mora_vpe-sd.pdf)

Cueva, Ch. (2017) “Vulnerabilidad Sísmica del Edificio de la Facultad de Filosofía, Comercio y Administración de la UCE con la Norma Ecuatoriana de la Construction (NEC-RE 2015)”. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9605/1/t-uce-0011-275.pdf>

Céspedes, J. (2019). “Vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del Centro educativo Libertador San Martín, Independencia-2019”. Obtenido de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53038/cespedes\\_bja-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53038/cespedes_bja-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y)

Chura, K. (2020) “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método del AIS e índice de vulnerabilidad en la I.E. Isabel Chimpu Ocllo, San Martin Porres – Lima 2020”. obtenido de: [file:///c:/users/admin/downloads/chura\\_pkh-sd.pdf](file:///c:/users/admin/downloads/chura_pkh-sd.pdf)

Chavez, R. (2015). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Particular “Tycho Brahe”, Trujillo – Región la Libertad”. Obtenido de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52642/b\\_ch%c3%a1vez\\_crg-villanueva\\_bcg-sd.pdf?sequence=4&isallowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52642/b_ch%c3%a1vez_crg-villanueva_bcg-sd.pdf?sequence=4&isallowed=y)

Cardona, O. (1990). Metodologías para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones y centros Urbanos. Conferencia en el Seminario Colombo Alemán Ingeniería Sísmica, Dinámica Estructural y Hormigón Armado. Universidad del Valle, Cali. (1990). Obtenido de: <http://idea.manizales.unal.edu.co/personal/omc.pdf>

- Cardona, N. et al. (2016) "Niveles de Vulnerabilidad y riesgo sísmico en edificaciones de la parroquia catedral del municipio libertador de caracas". Asesor: Gustavo Coronel. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Venezuela-Caracas". Obtenido de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S079840652014000400010](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079840652014000400010)
- Cueva, C. (2015) "Vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Filosofía, Comercio y Administración de la UCE con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC SE-RE 2015)". Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9605>:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9605/1/T-UCE-0011-275.pdf>
- Godos, L. (2017) "Determinación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Villa María del nivel primaria de Nuevo Chimbote". Obtenido de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47134/Godos\\_ELE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47134/Godos_ELE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gulfo, A. (2015) "Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura Escolar Urbana en Giratod-Cundinamarca". Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5247959>
- Gómez, S. (2007) "Análisis Sísmico Moderno Ética Aplicada, México, Editorial Trillas, 2007". 198 pág. Obtenido de: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/ANALISIS\\_SISMICO\\_MODERNO\\_ETICA\\_APLICADA.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/ANALISIS_SISMICO_MODERNO_ETICA_APLICADA.pdf)
- Kuroiwa, J. (1990) "Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú". Seminarios CISMID.Lima". Obtenido de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2528/MENDOZA%20SANCHEZ%20MIGUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Laucate, J. (2015) "Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales

en la ciudad de Trujillo”. Asesor: Dr. Marcial Blondet Saavedra. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Lima-Perú. Obtenido de: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/laucata\\_johan\\_analisis\\_vulnerabilidad\\_sismica\\_viviendas\\_informales\\_ciudad\\_trujillo.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/laucata_johan_analisis_vulnerabilidad_sismica_viviendas_informales_ciudad_trujillo.pdf?sequence=1&isallowed=y)

Llanos, V. (2003). “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali: Una propuesta metodológica (Trabajo de grado). Universidad del Valle. Cali, Colombia. Obtenido de: [www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva\\_escuelas/informe\\_final.pdf](http://www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva_escuelas/informe_final.pdf)

Mena, U. (2002). Seismic Risk Assessment in Urban Areas. Spain. Polytechnic University of Catalonia”. Obtenido de: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6222#page=1>

Muñoz, A. (2002). “Ingeniería Sismorresistente”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Lima”. Obtenido de: <https://www.pucp.edu.pe/profesor/juan-munoz-pelaez>

Maldonado, G. (2017). “Seismic Vulnerability Index in Masonry Buildings Based on Expert Opinion. Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá Colombia, Network of Scientific Journal of Latin América and the Caribbean, Spain and Portugal 2017- UNAM-México”. Obtenido de: <http://redalyc.uaemex.mx> (descarga Marzo del 2017)

Marín, F. (2015). “Evaluación del Riesgo Sísmico del Centro Histórico de la Ciudad de Huánuco. Perú”. Obtenido de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1236>

Marín, O. (2015) “Análisis de la Vulnerabilidad Estructural Mediante el Método de Hirosawa del pabellón A de la Clínica San José-Cusco.” Perú. Obtenido de: <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=21736>

Marshall, P. (1972) “Discrimination between earthquakes and explosions

employing an improved Ms. scale”. Obtenido de:  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.930.6528&rep=rep1&type=pdf>

Navia, J. et al. (2008) “Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá”. Obtenido de:  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1268&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1268&context=ing_civil)

Norabuena, L. et al. (2016). “Vulnerabilidad Sísmica en las Instituciones Educativas del Nivel Secundario del Distrito de Pativilca Provincia de Barranca-Lima”. Obtenido de: [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-06-18\\_11-04-14135168.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-06-18_11-04-14135168.pdf)

Pecori, C. G. et al. (2018). “Estudio de vulnerabilidad sísmica de la I.E Emblemática San Juan de la Ciudad de Trujillo”. Obtenido de:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/154354272.pdf>

Parillo, E. et al. (2015). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Primarios Estatales de la Ciudad de Juliaca”. Obtenido de:  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2550>

Pérez B. et al. (2017) Seismic hazard and risk factor. Revista Científica Consejo Superior de Investigaciones científicas. Junio. Obtenido de:  
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3246/3651>

Quispe, W. et al. (2015) “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las aulas del centro educativo primario n° 10237 del distrito de Cutervo – Cajamarca”. Tesis (Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, (2015)”. 10 pp. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2881>

- Quiroga, M. et al. (2016) "Evaluación de Vulnerabilidad Estructural de Edificios del Centro de Bogotá Utilizando el Método de Índice de Vulnerabilidad", Obtenido de: <https://docplayer.es/121394422-Facultad-de-ingenieria.html>
- Ramírez, S. et al. (2019), "Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en una Institución Educativa, en Jaén-(2019)". Obtenido de: <https://1library.co/document/z31pj6ey-vulnerabilidad-sismica-aplicando-metodo-benedetti-petrini-institucion-educativa.html>
- Safina, S. (2003). "Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales. Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica y Geofísica. UPC. (2003)". obtenido de: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6226/01PORTADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Safina, S. (2003) "Seismic vulnerability of essential buildings. Analysis of its contribution to seismic risk". TDX (Tesis Doctoral en Xarxa). Obtenido de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93538>
- Vizconde, A. (2004). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica San Miguel de Piura", (tesis inédita de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú. Obtenido de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1367/ICI\\_120.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1367/ICI_120.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Victoria, P. (2018). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Particular San Agustín, San Juan de Lurigancho". Obtenido de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39111/SALVATIERRA\\_PV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39111/SALVATIERRA_PV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Valdés, J. (2020). Metodología para la estimación del peligro sísmico con base en la teoría de vibraciones aleatorias. Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [en línea]. Junio – 2008. Obtenido de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10415108>

Vizconde, A. (2016). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel". Asesor: Ing. Manuel Antonio Ramírez Vargas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Piura. "Obtenido de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1367>

VI Seminario para ingenieros estructurales sobre sismología e ingeniería para terremotos. "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Design of Existing Reinforced Concrete Buildings", Tokyo. (1976). Obtenido de: <https://docplayer.es/163267589-Universidad-peruana-los-andes.html>



## **ANEXOS**

**ANEXO 1:** Operacionalización de variables re

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente:  Vulnerabilidad Sísmica.	Es el grado de susceptibilidad de un grupo de edificaciones, a sufrir daños parciales o totales, representados en bienes materiales y en vidas humanas, que pueden ocasionar la pérdida de la funcionalidad, por la ocurrencia de movimientos sísmicos de intensidad y magnitud dadas, en un periodo de tiempo y sitio determinado (Peralta 2002).	Para la evaluación de vulnerabilidad sísmica se empleará el método de Índice de Vulnerabilidad específicamente en 2 tipos: la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural; la primera se hará una evaluación cuantitativa, detallada a través del software Etabs, y la segunda una evaluación cualitativa a través de una inspección visual en los elementos no estructurales.	Estudio de Mecánica de Suelos.  Análisis Sísmico.  Método de Índice de Vulnerabilidad.	Parámetros sísmicos.  1.Analisis estático Y dinámico.  1.Organización del sistema.  2.Calidad del sistema resistente. 3.Resistencia convencional.  4.Posicion del edificio y cimentación. 5.Diafragmas horizontales.  6.Configuración en planta.  7.Configuración en elevación.  8.Conexión con elementos críticos. 9.Elementos de baja ductilidad.  10.Elementos no estructurales.  11.Estado de conservación.	Razón
Variable dependiente:  Infraestructura Educativa Ofelia Velásquez	La IE debe ser entendida como el conjunto de espacios que requieren ser diseñados, construidos y equipados de acuerdo con las características específicas del servicio educativo. (Idel Vexler, 2019).	Para cuantificar el tiempo de construcción de la infraestructura y posterior para su evaluación, nos serviremos de medios de comunicación como libros, internet y conexión directa con entidad competente que la Ugel San Martin.	Vigas  Columnas  Losa Aligerada	1.Año de construcción.  2.Características de diseño de elementos estructurales.	Razón

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores

## ANEXOS 2: Ficha de recolección de datos



**“EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA OFELIA VELÁSQUEZ CON LA METODOLOGÍA BIM PARA DETERMINAR SU VULNERABILIDAD SÍSMICA, TARAPOTO-2021”..**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

FECHA : Oct-20

Institución Educativa : OFELIA VELASQUEZ  
 Director : JULIO ARELLANO VELA  
 Dirección : ALFONSO UGARTE C-01  
 Nº De pabellones : 1      Nº de Estudiantes : 1200

**1.- Número maximo de pisos**

a. 1 ( )      b. 2 ( )      **c. 3 ( X )**

**2.- Año de Construcción**

**3.- Tipo de Estructura**

a. Porticos de concreto ( X )      c. Muros estructurales ( )      e. Madera ( )  
 b. Sistema dual ( )      d. Albañilería confinada ( )      f. Otros ( )

**4.- Tipo de Cubierta**

a. Losa Aligerada ( X )      c. Cobertura de calamina ( )  
 b. teja de barro ( )      d. Otros ( )      El tercer nivel tiene cobertura liviana.

**5.- Suelos**

Parámetros del suelo			Observaciones
S1 Rígidos ( )	<b>S2 Intermedios ( X )</b>	S3 Flexibles ( )	Según EMS suelo sin presencia de sales ni humedad.

**6.- Geometría**

Configuración Estructural	Observaciones
<b>a. Regular: no presenta irregularidad en planta y altura. ( X )</b>	La edificación es de geometría regular, tanto en planta como en elevación.
b. Intermedia: Regular en planta pero presencia de grandes aberturas ( )	
c. Irregular: irregularidad en planta y altura aberturas ( )	

**7.- Elementos Estructurales y no estructurales**

a. Columnas ( )      c. Losas ( )      e. escalera ( )      g. Mampostería ( )      i. Arquitectura ( )  
 b. Vigas ( X )      d. pisos ( )      f. cubierta ( X )      h. otros ( )

**8.- Patologías**

**a. Columnas cortas**      **e. No presenta juntas sísmicas**  
 b. Piso blando      f. Presenta humedad en la cimentación  
 c. Columna fuerte viga débil      g. Eflorescencia  
**d. Albañilería sin columneta**      h. humedad en muros  
 d. Ubicación no deseada      d. Asentamientos

Observaciones y Comentarios

Se debe tener en cuenta, que la topografía del terreno tiene una pendiente aproximada entre 10% a 20%, donde se encuentra ubicada la estructura para la evaluación de vulnerabilidad sísmica.

## ANEXOS 3: Ubicación de los ambientes y elementos estructurales

### 3.1.-Ubicación de la institución educativa

La institución educativa Ofelia Velásquez ubicada en: Tarapoto-Perú, en la región de San Martín.

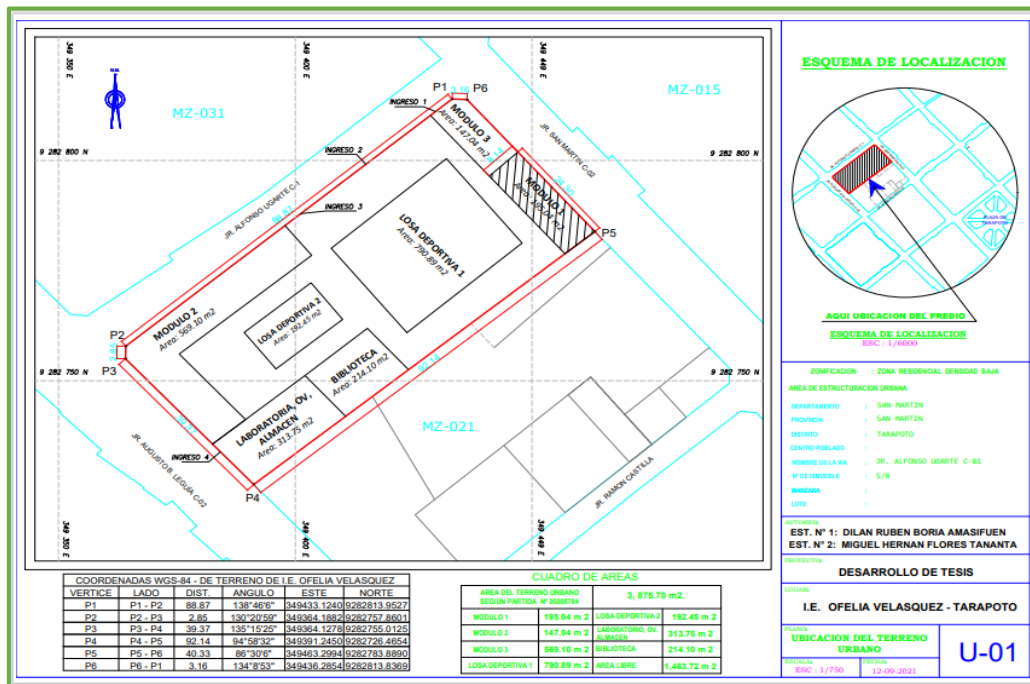


Figura N°01: Plano de Localización y Ubicación del terreno de la institución educativa

La institución educativa Ofelia Velásquez se localiza en la región de San Martín, provincia de san Martín y distrito de Tarapoto. Es de fácil accesibilidad, porque se encuentra en las intersecciones de los jirones Alfonso Ugarte cuadra 1 y San Martín y Augusto B Leguía, en el centro de la ciudad.



**Figura N°02:** Vista frontal de la Institución Educativa Ofelia Velásquez.

### **3.2.-Límites**

La institución educativa Ofelia Velásquez se encuentra limitada por:

- 7.5. Norte : Jr. San Martín
- 7.6. Sur : Jr. Alfonso Ugarte
- 7.7. Este : Jr. Ramón Castilla
- 7.8. Oeste : Jr. Alfonso Ugarte

Y como coordenadas UTM tenemos los puntos cardinales en los extremos de la institución educativa.

- 7.9. P1 : E=349433.1240 N=9282813.9527
- 7.10. P2 : E=349364.1882 N=9282757.8601
- 7.11. P4 : E=349391.2450 N=9282726.4654
- 7.12. P5 : E=349463.2994 N=9282783.8890

### **3.3.-Estudios preliminares**

Como estudios preliminares para el inicio del proyecto de desarrollo de investigación, identificamos nuestra área de estudio, que lo conforman ambientes que se desarrollan dentro de la infraestructura educativa, pues lo son 03 módulos, 02 losas deportivas, 01 espacio de biblioteca, 01 espacio de laboratorio,

OV, Almacén. En consecuencia, para obtener esta información, se tuvo que realizar lo levantamientos topográficos como se indica en las imágenes inferiores.



**Figura N°03:** Se puede observar, el marcado del Beich Mark



**Figura N°04:** Vista de estación total N°01

El estacionamiento N°01, es relevante en un levantamiento topográfico, porque fija el punto de partida conjuntamente con el punto referencial del BM, y de esta manera iniciar con el levantamiento topográfico del terreno natural y lo que en ello existe. Con un lente prismático se va proporcionar longitudes y altitudes, sobre estructuras de terreno natural, cunetas, ubicación de columnas, aristas de losas deportivas, árboles, jardines, aristas de ambientes existentes, postes de luz, graderías de tribunas, etc, y luego la información procesarla mediante programas como el Civil Cad, el Excel, civil3d, etc. Programas o software que facilitan los trabajos manuales. Y de esta manera ubicar los puntos en un plano referencial.



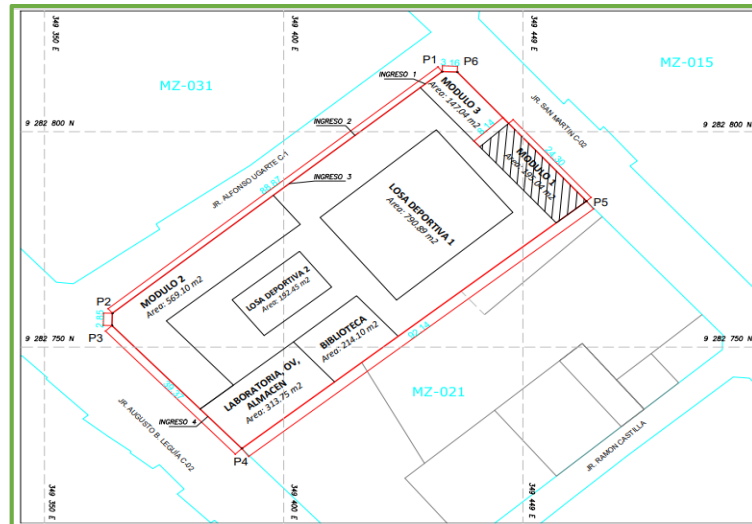
**Figura N°05:** Inicio de levantamiento topográfico.

Como se puede observar, se inicia con el estudio técnico y descriptivo del terreno, en las características de planimetría y altimetría. Este estudio nos va a permitir ubicar la institución educativa mediante coordenadas UTM en el globo terráqueo, poder determinar las orientaciones de su ubicación, y de esta manera se va poder georreferencia el módulo “1” que es materia de estudio.

Y de esta manera cumplir con uno de los objetivos del presente proyecto de investigación, sobre evaluación de vulnerabilidad sísmica en la institución educativa Ofelia Velásquez.

Una vez realizada el estudio topográfico, se procedió a realizar el trabajo en gabinete, la distribución de los ambientes del módulo “1” ubicado al norte de la infraestructura. Así mismo como consecuencia de este estudio se procede a realizar los planos de arquitectura del módulo “1”, desde el primer nivel hasta el último nivel, identificando un área de 195.04 m<sup>2</sup>, este módulo “1” tiene elementos estructurales y no estructurales en su gran medida que el resto, porque lo constituye 03 niveles. Los dibujos de los planos se realizaron usando los programas de AutoCAD en 2d.

Para fines académicos, los planos que se va utilizar para realizar el modelamiento sísmico, son los planos de arquitectura, planos que nos van a proporcionar medidas exactas de acuerdo a las medidas tomadas en campo, es preciso mencionar también que en los anexos se encuentran estos planos de arquitectura con más detalle.



**Figura N°06:** Plano de distribución de los de la Institución Educativa.

Como se puede observar la planimetría de distribución de ambientes en el terreno de la institución educativa Ofelia Velásquez, georreferenciadas en coordenadas norte y este.



**Figura N°07:** Vista frontal del módulo "1" de la I.E Ofelia Velásquez.

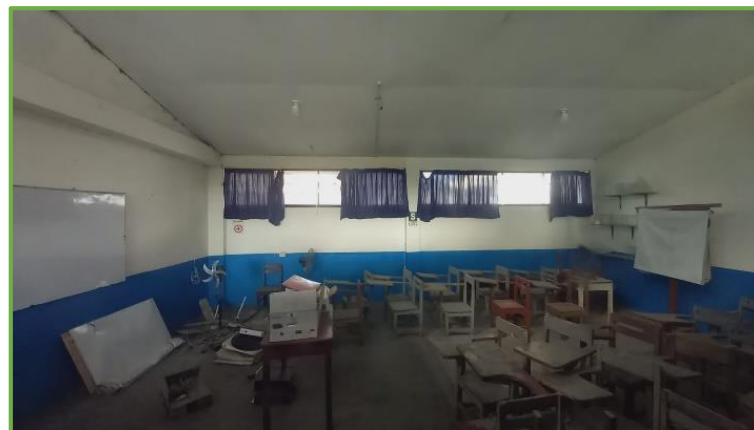
Como se puede observar en la Figura N° 07 del módulo "1" se puede observar que tiene 03 niveles, los dos primeros niveles son las aulas desde el 01 hasta el 06, y el tercer nivel se encuentra el almacén 01 y 02, adicional una sala de costura. La identificación de estos ambientes es necesaria porque evalúa los elementos resistentes que sostienen la estructura.





**Figura N°08:** Vista de elementos estructurales en el primer nivel

Como se puede observar, los tesisistas están recopilando información sobre las medidas de las secciones de los elementos estructurales, distancia en ancho de corredor, altura de entrepiso, medida de vanos, puertas y ventanas, ancho y largo de ambientes, espesor de muros, longitud de vereda, altura de zócalo, altura de contra zócalo, medidas de ventanas altas, etc., del Nivel N°01 del módulo "1", y consecuentemente del segundo nivel y del tercer nivel en su cobertura.



**Figura N°09:** Vista de ambientes interiores de las aulas.

Como se puede observar los ambientes de las Aulas 01,02 y 03 del Nivel N°01, se encuentran en estado de desuso, a raíz de la pandemia, asimismo el cielorraso se observa el desprendimiento de tartajeros. La imagen es una clara muestra de que a raíz de la pandemia COVID-19, y los escasos recursos del estado han dejado sin mantenimientos a estos ambientes, motivo para que haya un deterioro acelerado.



**Figura N°10:** Vista de elementos estructurales, en el segundo nivel.

Se puede observar donde nos encontramos recopilando la información estructural, arquitectónica, en referencia a medidas, características, tipos, etc.,

Se debe tener en cuenta que las columnas circulares en el nivel mostrado en la figura 10, son apoyados sobre las vigas de borde, y existe discontinuidad entre los elementos resistente de entrepisos en todos sus niveles.

Se puede observar el ambiente o sala de costura ubicada en el Nivel N°03, donde adicionalmente se encuentran los almacenes n° 01 y 02.



**Figura N°11:** Vista de elementos estructurales, en el tercer nivel.

Como se puede observar, la puerta donde se ubican los almacenes N°01 y N°02 en el Nivel N°03, sin embargo, es menester mencionar que anteriormente, estos ambientes operaban como aulas de aprendizaje, pero sim embargo no reúne las condiciones para continuar siéndolos.

**ANEXO 4:** Resistencia del concreto-Perforación Diamantina



**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

**CON FINES DE CIMENTACION Y PERFIL  
ESTRATIGRAFICO DEL TERRENO**

**Proyecto:**

**“EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD  
SISMICA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA  
OFELIA VELASQUEZ, UTILIZANDO LA  
TECNOLOGIA BIM TARAPOTO - 2021”**

**Octubre del 2021**

  
.....  
*Alfonso Saavedra Rosillo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

**SAKIARÓ E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942626737



sakiaro\_arc\_ing\_gso@outlook.es

## INDICE GENERAL

### **1.0 Generalidades**

- 1.1 Objetivo del Estudio
- 1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio
  - 1.2.1 Ubicación del Área en Estudio
  - 1.2.2 Descripción del Área en Estudio
- 1.3 Condición Climática de la Zona
  - 1.3.1 Clima
  - 1.3.2 Temperatura
  - 1.3.3 Humedad Relativa
  - 1.3.4 Vientos
  - 1.3.5 Precipitación
- 1.4 Metodología
- 1.5 Normatividad

### **2.0 Geomorfología, Geología y Sismicidad del Area de Estudio**

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología
- 2.3 Sismicidad
  - 2.3.1 Sismicidad
  - 2.3.2 Efecto del Sismo

### **3.0 Estudio de Mecánica de Suelos**

- 3.1 Investigación de Campo
  - 3.1.1 Calicata
  - 3.1.2 Muestreo Disturbado
  - 3.1.3 Muestreo Inalterado
  - 3.1.4 Registro de Excavación
- 3.2 Cimentaciones de las Estructuras a Tomar en Cuenta para el Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga
- 3.3 Ensayos de Laboratorio
- 3.4 Perfiles Estratigráficos
- 3.5 Análisis de la Cimentación
  - 3.5.1 Estrato de Apoyo de la Cimentación
  - 3.5.2 Profundidad de la Cimentación
  - 3.5.3 Tipo de Cimentación

  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

- 3.6 Cálculo y Análisis de la Capacidad Admisible de Carga
  - 3.6.1 Memoria de Cálculo
  - 3.6.2 Factor de Seguridad
  - 3.6.3 Determinación de la Carga de Rotura al Corte
- 3.7 Cálculo de Asentamientos
- 3.8 Agresión al Suelo de Cimentación
- 3.9 Nivel Freático
- 3.10 Resumen de Laboratorio
  - 3.10.1 Cuadro Resumen
  - 3.10.2 Registro de Excavación
  - 3.10.3 Ensayos de Laboratorio
- 4.0 Conclusiones**
- 5.0 Recomendaciones**
- 6.0 Resumen de las Condiciones de Cimentación**
- 7.0 Bibliografía**
- 8.0 Anexos**
  - 8.1 Panel Fotográfico de Excavación de Calicata y Extracción de Muestra
  - 8.2 Panel Fotográfico de Ensayos Realizados en Laboratorio
  - 8.3 Mapas
  - 8.4 Recomendación Referida a Capa de Afirmado o Material Granular



.....  
*Julio Saavedra Rengifo*  
INGENIERO CIVIL  
CIPN° 118505



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objetivo del Estudio

El objetivo del presente estudio en el área en estudio, se realizó a fin de:

- Determinar qué tipos de suelos existen en el área de estudio.
- Que alternativas de cimentación se tendrá en función a la calidad del suelo.
- Selección del tipo, la disposición y la profundidad de la fundación.
- Determinar el perfil estratigráfico de toda el área en estudio.
- Determinar los problemas de suelo que pudieran existir en el área en estudio y de que maneras estas afectarían a la cimentación de la estructura, y a partir de esta dar las recomendaciones necesarias para contrarrestar dichos problemas.
- Determinar en sitio la profundidad del nivel freático o filtración de agua que pudieran existir en el área en estudio. Verificar si estas afectarían la capacidad de soporte del suelo, los trabajos de excavación y vaciado de concreto. Al mismo tiempo dar las recomendaciones del caso para contrarrestar las consecuencias que estas pudieran ocasionar.
- Realizar los ensayos de Mecánica de Suelos en el Laboratorio de las muestras alteradas e inalteradas de los suelos extraídos de los puntos de excavación a cielo abierto a fin de investigar, así como también poder determinar sus propiedades físico – mecánicas, obtener los parámetros de cálculo para determinar la capacidad de soporte del suelo del área en estudio.
- De acuerdo a los resultados de los análisis de agresividad del suelo del área en estudio, recomendar el tipo de cemento a emplear en la elaboración de concreto para el Proyecto en mención si los hubiera.
- Proponer el tipo de cimentación a emplear en la realización del Proyecto, así mismo proponer las presiones máximas de contacto y de deformación de la cimentación a emplear.
- Establecer los parámetros sísmicos para el respectivo diseño sismo resistente de la estructura a proyectar en el Proyecto en mención.

### 1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio

#### 1.2.1 Ubicación del Área en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en el terreno de propiedad de la Institución Educativa Ofelia Velásquez; en el Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 01 – Barrio Comercio, dentro de la zona urbana del Distrito de Tarapoto, Provincia y Región de San Martín.

#### 1.2.2 Descripción del Área en Estudio

##### - Relieve del Área en Estudio

El relieve del terreno investigado, presenta una topografía ligeramente plana.

##### - Uso Anterior del Área en Estudio

Anteriormente hasta la actualidad el terreno tiene uso del tipo comercial y residencial de densidad baja.

  
Elinor Saguro Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 116505

Usos como terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, rellenos sanitarios u otros no se han dado.

No existe ningún fenómeno de geodinámica externa; como: Inundaciones, derrumbes, por conocimiento de los pobladores que viven por la zona.

- **Uso Actual del Área en Estudio**

En toda su extensión el terreno tiene uso del tipo comercial y residencial de densidad baja.

- **Construcciones Antiguas y/o Actuales, Restos Arqueológicos u Obras Semejantes**

Por conocimiento de los pobladores entrevistados del lugar y lo observado en sitio, se pudo determinar que en el área en estudio no existen restos arqueológicos.

- **De los Terrenos Colindantes**

A los alrededores del área en estudio no existen edificaciones, que no puedan afectar la aplicabilidad del presente estudio realizado.

- **Edificaciones Adyacentes**

No existen edificaciones con gran incidencia estructural adyacentes a la superficie del área en estudio.

**1.3 Condición Climática de la Zona**

La Localidad y Distrito de Tarapoto se encuentra dentro de la Selva Alta, con relieve abrupto y moderado. La mayor cantidad de datos con respecto a este punto, derivan de información recogida en las estaciones hidrometeorológicas del SENAMHI.

**1.3.1 Clima**

Posee un clima tropical, permanentemente cálido y húmedo, con lluvias moderadas y con amplitud térmica moderada

**1.3.2 Temperatura**

La temperatura promedio anual es de 26° C aproximadamente, siendo la temperatura máxima de 38.6° C y la mínima de 13.5° C.

**1.3.3 Humedad Relativa**

La humedad relativa se encuentra por debajo del 78.5%, siendo la máxima de 80% y la mínima de 77%.

**1.3.4 Vientos**

La dirección predominante de los vientos es la del norte, con una velocidad promedio anual de 4.9 Km/h. Cabe mencionar también que durante la ocurrencia esporádica de grandes precipitaciones, vienen acompañados de vientos fuertes en algunos casos de consecuencias funestas.



.....  
Alejandra Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

### 1.3.5 Precipitación

Se puede observar dos periodos lluviosos, uno entre los meses de febrero a mayo y otro de setiembre a diciembre, siendo siempre marzo el mes que registra el valor más elevado. En el mapa de isoyetas se tiene una precipitación media anual que varía de 1000 a 1400 mm.

## 1.4 Metodología

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos hasta el nivel de detalle requerido, se desarrolló la siguiente serie ordenada de actividades:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Análisis de la información previa proporcionada por el solicitante o proyectista.
- Reconocimiento de campo. Se efectuó un recorrido a lo largo y alrededores del sitio donde se ubicarán las edificaciones, observándose la mayor cantidad posible de parámetros geológicos, geomorfológicos y geotécnicos que pudieran afectar las obras a proyectar.
- Trabajos de campo y laboratorio. Con el propósito de conocer el linde del terreno se estableció con base al reconocimiento de campo, un programa de exploración por medio de sondeos. De estos sondeos se extrajeron muestras en distintos estados de conservación para llevar a cabo pruebas de laboratorio tanto básicos como especiales.
- Análisis e interpretación de la información recolectada.
- Elaboración de las recomendaciones correspondientes.
- Informe final.

## 1.5 Normatividad

El desarrollo del presente estudio, hasta la elaboración del informe técnico final, se ha realizado en concordancia con la Norma Técnica E-050 (Suelos y cimentaciones). Para lo cual se ha contado con los resultados de los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos. Adicionalmente para complementar se ha tomado en cuenta lo indicado en la Norma de Cargas E-020, Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 (Referente a los parámetros de sitio y condiciones geotécnicas), Norma de Concreto Armado E-060 y la Norma de Albañilería E-070.

  
Juan Sotomayor Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505



## 2. Geomorfología, Geología y Sismicidad del Area de Estudio

### 2.1 Geomorfología

El desarrollo geomorfológico de la región ha experimentado diversas fases de levantamiento y erosión durante un lapso relativamente corto de tiempo geológico, los eventos principales reconocidos en el desarrollo de la topografía actual son los siguientes:

#### **Cadena Longitudinal Sub Andina**

La superficie Puna se formó como una llanura de bajo relieve a una altura moderada sobre el nivel del mar. Las relaciones generales de la superficie, a través de los Andes, sugieren que ésta alcanzó su desarrollo máximo a fines del Mioceno o a comienzos del Plioceno, y que fue seguido por el levantamiento de los Andes. La Superficie Puna se encuentra sobre los 3,900 msnm, la misma que ha sido descrita por MC LAUGHLIN (1924), en los Andes Centrales y ahora reconocida en todos los Andes Peruanos.

Es una geoforma positiva constituida por cadenas de cerros alargados y con cumbres continuas entre 600 y 1 400 msnm, de dirección NO-SE que alcanzan altitudes de hasta 1 688 msnm, en el caso de la cadena de elevaciones ubicada en el sector suroccidental de Yanayacu.

En esta Cadena Longitudinal Subandina se distinguen:

- La cadena montañosa.
- Los flancos o laderas.
- La meseta estructural disectada.

#### **Depresiones Intramontañosas**

Las depresiones intramontañosas son geoformas producto de la actividad tectónica ocurrida durante el Neógeno, en cuya época se han formado depresiones estructurales dentro de la Faja Subandina, generalmente limitadas por fallas y acentuadas por los procesos erosivos que actuaron en mayor medida sobre los pliegues sinclinales y sobre rocas más susceptibles a su destrucción, tanto por su naturaleza litológica como por su posición estructural.

La erosión producida por el Río Huallaga y sus afluentes menores en esta parte han definido colinas alargadas monoclinales en su mayor parte con direcciones casi normales al Río Huallaga. El relieve es moderado, con altitudes mayormente entre 200 y 800 msnm. En las partes más bajas de esta depresión se encuentran geoformas de acumulación tales como conos aluviales y llanuras de inundación rellenadas con material grueso.

#### **Llanura Amazónica**

Es una zona plana y baja la misma que se encuentra ubicada al Este de la Cadena Longitudinal Subandina, esta depresión se originó a fines del Neógeno, desde entonces ha estado en un proceso continuo de subsidencia y relleno sedimentario. Los procesos de compensación isostática, tectónicos así como la compactación son los responsables de la subsidencia en las áreas de acumulación.

Justamente las geoformas resultantes de la acumulación como son terrazas, llanuras aluviales actuales y pleistocénicas, se ubican a ambos márgenes del río Huallaga y de los afluentes principales como son los ríos Shanusi, Cainarachi, Chipurana, etc. La llanura aluvial actual es un área que comprende el curso actual del Río Huallaga y la zona de inundación que es afectada en épocas de precipitación pluvial.

  
Saavedra Rengifo  
INGENIERO CIVIL

## Valles

Son geoformas corresponden a los ríos que constituyen la red de drenaje cuyo colector principal es el Río Huallaga. En general estos ríos, al cruzar las cadenas montañosas, forman valles encañonados o valles en "V", mal pasos y pongos; cuando llegan a la Llanura Amazónica tienen cursos sinuosos, de poca pendiente. En la Llanura Amazónica el perfil transversal del río es casi imperceptible con relación a las áreas adyacentes; en esta parte el relleno fluvial forman terrazas de material suelto constituidos mayormente por estratos arcillo arenosos.

## 2.2 Geología

La Geología del área en estudio, se sitúa sobre una formación cenozoica del neógeno de la serie pliocena y miocena; delineando a la zona mayormente de lodolitas rojizas con intercalación de areniscas y limo arcillitas rojizas a púrpuras, en ocasiones calcáreas, que yacen en espacio horizontal mostrando un notable contenido de plantas.

Localmente afloran las siguientes unidades litológicas:

### Formación Chambira (PN-ch)

KUMMEL B. (1946) describió el Miembro Chambira dentro del Grupo Contamana como una secuencia de lutitas rojas (Lodolitas) con estratificaciones de areniscas gris a marrones indicando la presencia de limolitas calcáreas y concreciones en la parte inferior; las areniscas son macizas con estratificación sesgada y de grano fino mayormente; en algunos casos forman escarpas prominentes en la Quebrada de Chambira, afluente del Río Cushabatay, Provincia de Ucayali. Los afloramientos cartografiados en la Llanura Amazónica no tienen buena son escasos, En general hacia la Llanura Amazónica la Formación Chambira constituye relieves bajos con abundante cobertura cuaternaria.

### Formación Ipururo. (N-I)

KUMMEL B. (1946) definió a Ipururo como el miembro superior del Grupo Contamana que aflora a lo largo del Río Cushabatay. El Miembro Ipururo fue descrito como una secuencia de areniscas marrones a grises con intercalaciones de lutitas rojas; KUMMEL indica además que la parte superior del Ipururo consiste de areniscas marrones a grises, macizas, de grano fino, parcialmente política. Posteriormente, el Miembro Ipururo es descrito como Formación (KUMMEL B., 1948) siempre dentro del Grupo Contamana.

La Formación Ipururo está distribuida ampliamente a ambos lados de la Cadena Longitudinal Subandina, sus mejores exposiciones se observan a ambos márgenes del Huallaga entre Puerto Rico y Buenos Aires; presenta un relieve moderado a modo de terrazas disectadas por quebradas de corto recorrido. La Formación Ipururo se caracteriza porque está constituida mayormente de areniscas gris claras a marrones, con tonalidades cremas tenues, las que se encuentran intercaladas con lodolitas y pelitas marrón rojizas y abigarradas.

### Depósitos Cuaternarios Recientes

Los depósitos de materiales cuaternarios recientes están conformados por depósitos aluviales fluviales constituidos por materiales acumulados predominante en el sector subandino son de tipo fluvial, torrentoso y aluvional que dan lugar a conos defectivos y conos de escombros. En

  
.....  
Juan Francisco Rojas  
INGENIERO CIVIL  
2015

segundo orden están la acción biológica y la meteorización que han permitido la acumulación residual; también en algunos casos es notoria la actividad del hombre, que motiva en muchos casos los fenómenos de pérdida de masa. En la Cordillera Occidental y la región interandina los depósitos aluviales y fluviales están restringidos a pisos de valles, desembocaduras de quebradas, algunas terrazas y áreas planas sin mayor importancia.

La Llanura Amazónica en cambio se caracteriza por un relieve plano por debajo de los 200 msnm, disectado por el río Huallaga y sus afluentes los Ríos Chipurana, Cainarachi, Shanusi y otros, que constituyen parte de áreas extensas de un paisaje aluvial disectado. La dinámica fluvial ocasiona migración lateral de la llanura de inundación actual.

## 2.3 Sismicidad

### 2.3.1 Sismicidad

El área en estudio se encuentra en la franja peruana comprendida en la zona 03 de la zonificación sísmica del Territorio Peruano de zonas sísmicas según el Reglamento Nacional de Edificaciones y acorde a la Norma Técnica de Edificaciones E – 030 – Diseño Sismo Resistente (Ver Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

En el mapa de zonificación adjunto se puede notar que la faja circumpacífica donde se encuentra la Costa Peruana y la Cordillera Occidental, son zonas de alta actividad sísmica las cuales están relacionadas con presencia de las fosas oceánicas y los arcos de islas adyacentes; creando posibilidad de ocurrencia de sismo en la región continental y medio marino.

La carta sísmica en nuestro medio debería proporcionar información de los efectos del sismo, como magnitud, intensidad, frecuencia y duración, fallas en áreas epicentrales y las relaciones contextuales con los fenómenos geológicos, como movimientos de masas de suelos y rocas, licuefacción, etc, los cuales se deben a la interrelación que existe entre el fenómeno, el movimiento y el comportamiento mecánico de los materiales.

Observamos que los planos de zonificación sísmica se conciben bajo aspectos de sismos observados históricamente y con ellos es posible olvidar que los fenómenos sísmicos pueden ocurrir en zonas potenciales y que han estado de aparenta calma; lo cual nos exige diseñar planos que exploten regiones potenciales con zonas con efectos pasado, con la cual intentamos predecir nuevas o futuras fuentes de sismo.

Las necesidades actuales nos exigen mejorar los planos con zonificación sísmica en cada área del país (Microzonificación sísmica), en los que se plantee variables como aceleración máxima del sismo, velocidad máxima de las partículas, periodos dominantes de los movimientos, densidades espectrales, frecuencias probables, interpolaciones en áreas homo – heterogéneas, condiciones particulares del terreno de referencia.

Lo indicado anteriormente significa tomar en cuenta variables definidas en límites territoriales regionales, locales, o focales y debemos categorizarlos en primer nivel como parámetros dinámicos de las ondas sísmicas y su distribución, aspectos geotécnicos y geofísicos (Fallas, movimientos, espesor de la corteza, neotectónica); experimentos de laboratorio (Facturación de roca, mecanismo, simulación de series sísmicas).



Juan Sebastián Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
N.º 149505

El mapa de curvas isoperiodos no se ha podido construir en vista que el Departamento de San Martín y en ninguna de sus Provincias y menos en sus Distritos, ya que no existe estación sismológica debido a que no se ha instalado el equipo de MICROTREMOR N° 02, por lo que solo se ha tenido en cuenta las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente.

### 2.3.1.1 Zonificación

De acuerdo al mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma de Diseño Sismo Resistente y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas el Territorio Nacional se considera dividida en cuatro zonas sísmicas.

De acuerdo con la nueva Norma Técnica E-030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los diseños sismo resistente, los siguientes parámetros.

La clasificación de los sismos empleada en la Norma Técnica de Edificación E. 030 - Diseño Sismo Resistente a la siguiente.

#### Clasificación de Intensidad

Clasificación	Intensidad (Mercalli Modificado)
Muy Débil	I
Débil	II
Leve	III
Moderado	IV
Poco Fuerte	V
Fuerte	VI
Muy fuerte	VII
Destruyivo	VIII
Muy Destruyivo	IX
Desastroso	X
Muy Desastroso	XI
Catastrófico	XII



Juan Saavedra Re  
INGENIERO CIVIL  
CIPN° 118505

### 2.3.1.2 Alcances

Las especificaciones de la Norma Técnica E-030, establecen los requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales, de igual modo posibilitar que las edificaciones puedan funcionar durante y después de un sismo.

En lo concerniente al ingeniero estructural, es importante que tenga en cuenta las especificaciones antes indicadas en forma correcta y adecuada para llegar a un diseño ideal para plasmar un diseño antisísmico existen algunas etapas definidas de orden:

- **Una fase de presunción de la vibración sísmica**

Consistente en el descubrimiento de las características de las leyes correspondientes a esta fase, representa hoy en día el problema más complejo. Así por ejemplo es difícil conjeturar el grado, como el tiempo de las vibraciones sísmicas en la zona en la cual se habrá de edificar, además es necesario saber las características de las vibraciones no solo en la profundidad de cimentación si no también la naturaleza de la vibración, que va desde la cimentación.

- **Hipótesis de las fuerzas externas y deformaciones debido a vibración sísmica que incide en las edificaciones**

Si se llega a determinar la forma de la ola sísmica que incide en una estructura, se podrá calcular la deformación estructural así como la aceleración de acuerdo a la teoría de vibraciones.

- **Hipótesis de los esfuerzos originados por las fuerzas externas de las deformaciones**

Es una etapa correspondiente al estudio de la resistencia de materiales y abarca todo el cálculo estructural. Para cada miembro del armazón estructural se calcula los momentos, los esfuerzos normales, los esfuerzos cortantes, las fuerzas axiales, mediante uso de métodos preestablecidas.

- **Hipótesis de los esfuerzos unitarios, deformación unitaria debido a los esfuerzos**

En estructuras como en este caso deberá verificar las leyes que rigen entre los esfuerzos de momentos, esfuerzos cortantes, fuerzas axiales y los esfuerzos unitarios, haciendo uso de los principios de equilibrio, así como la continuidad de las deformaciones. Además, se deberá verificar dentro del rango de seguridad, el problema de pandeo.

### 2.3.1.3 Objetivos del Diseño Sismo – Resistente

El Proyecto y la construcción de esta edificación deberán desarrollarse con la finalidad de garantizar un compartimiento que haga posible resistir sismos y que no sufran daños estructurales importantes, evitando el colapso súbito de la estructura.

La memoria descriptiva y los planos del Proyecto estructural deberán como mínimo tener la siguiente información:

- Sistema Estructural Sismo – Resistente.
- Parámetro para definir la fuerza sísmica o el espectro del diseño.
- Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo del entrepiso.



Juan Saavedra Rangel  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 11885

### 2.3.1.4 Dinámica de Suelos

Bien es cierto que los sismos ocurridos en los años 1 990, 1 991 y 2 005 permitieron en determinados lugares de la Región como el Valle del Alto Mayo, específicamente en aquellos depósitos holocénicos fluviales (Qh-fl) registrar el desarrollo del fenómeno denominado "Licuación de suelos"; en la zona de estudio del Proyecto no se debería descartar ya que la posibilidad de ocurrencia es latente, puesto que existe sobre, dentro y debajo de la profundidad activa de cimentación, espesores considerables de arenas finas suelta bajo niveles de aguas de infiltración.

### 2.3.1.5 Parámetros de Sitio

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos  $T_P$  y  $T_L$  dados en las siguientes tablas:

Factor de Suelos - S					
Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3	
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10	
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20	
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40	
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00	

Periodo $T_P$ y $T_L$					
	Perfil del Suelo				
	S0	S1	S2	S3	
$T_P$ (S)	0.3	0.4	0.6	1.0	
$T_L$ (S)	3.0	2.5	2.0	1.5	

### 2.3.1.6 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \Rightarrow C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \Rightarrow C = 2.5 \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

T es el periodo de acuerdo:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



INGENIERO CIVIL  
CIP/N° 118505

**Donde:**

$h_n$  = Altura total de la edificación en metros

$C_T$  = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio

**Considerar para  $C_T$  :**

$C_T$  = 35; para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento

$C_T$  = 45; para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras
- b) Pórticos de acero arriostrados

$C_T$  = 60; para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

**2.3.1.7 Coeficiente Sísmico – Elástico**

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C}{R} \times P$$

**Donde:**

Z = Factor de suelo

U = Factor de suelo corresponde a la importancia de la edificación

S = Factor suelo

C = Factor de la ampliación sísmica

P = El peso de la estructura

R = Denominado coeficiente de reducción de la fuerza sísmica y permite diseñar las estructuras con fuerzas menores a las que soportarían de comportarse elásticamente durante el sismo diseñado

El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$



Ing. Saúl Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

### 2.3.1.8 Control de Desplazamiento

En los últimos años se ha determinado con mayor claridad la directa claridad entre el daño estructural y los niveles de desplazamiento lateral al que son llevadas las estructuras durante un sismo, esto ha hecho evidente la necesidad de contar con límites seguros para los desplazamientos laterales, considerado para tal efecto lo siguiente:

$$(\Delta / h_e) = 0.007 \text{ - Para Concreto Armado}$$

### 2.3.1.9 Junta de Separación Sísmica

Toda estructura está separada de las estructuras vecinas desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no es menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$S = 0.006h \geq 0.03m$$

Donde:

S = Junta de separación sísmica

h = Altura medida desde el nivel de terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

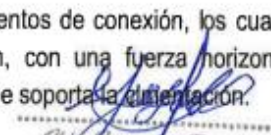
El edificio se retira de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado ni menores que s/2 si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio se separa de la edificación existente el valor de s/2 que le corresponde más el valor s/2 de la estructura vecina.

En el diseño de cimentación se consideran elementos de conexión, los cuales soportarán esfuerzos de tracción o compresión, con una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la fuerza vertical que soporta la cimentación.

### 2.3.2 Efecto del Sismo

De acuerdo al nuevo mapa de zonificación sísmica del Perú y la nueva norma sismo resistente (NTE E-030); y del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (J. Alva Hurtado, 1984) el cual está basado en curvas isosistas de sismos ocurridos en el Perú y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes, se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de sismicidad Zona 03, existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades como VII en la escala Mercalli Modificada. "Zonificación sísmica del Perú" y "Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas".



Jhif Saavedra Rosillo  
INGENIERO CIVIL  
C.O.C. 10889





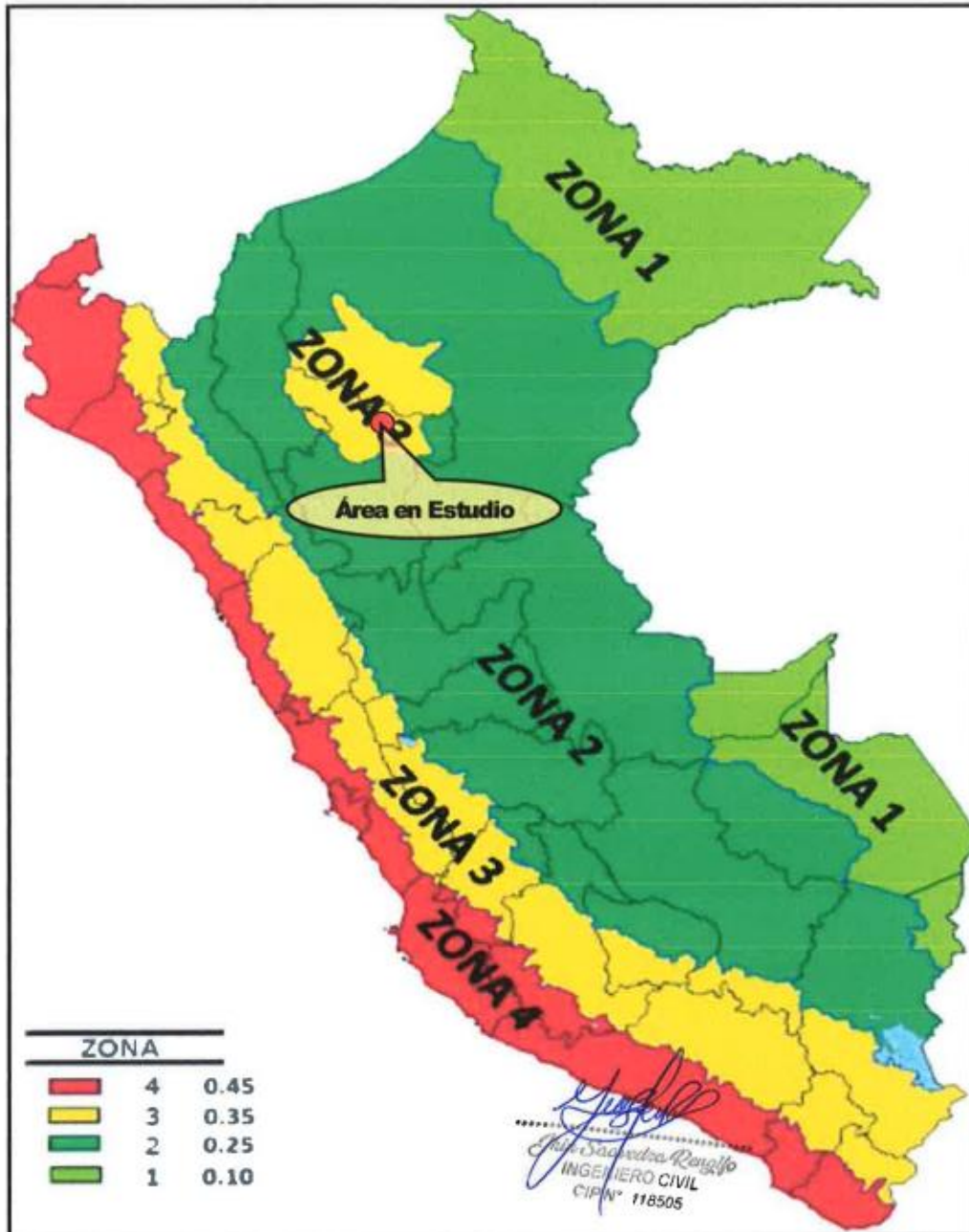
De acuerdo a la nueva Norma Técnica (NTE E-30) y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda utilizar en los diseños Sismo - Resistentes los siguientes parámetros:

Factor de Zona (Zona 03)	$Z = 0.35$
Factor de Amplificación del Suelo ( $S_2$ )	$S = 1.15$
Período que Define la Plataforma del Espectro	$T_p = 0.60$
	$T_L = 2.00$

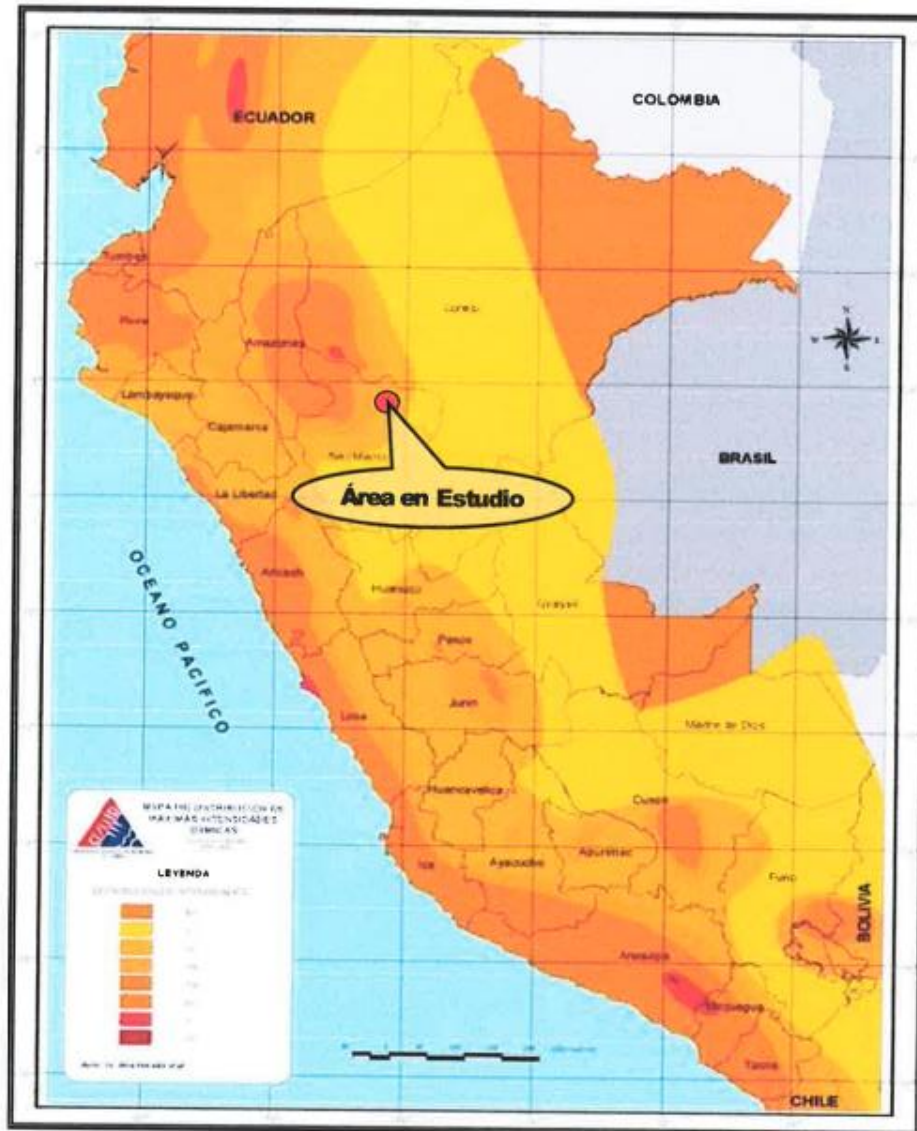
  
.....  
Ella Saavedra Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505



Mapa de Zonificación Sísmica del Perú



## Curvas de Intensidades Máximas



*[Assinatura]*  
**Ailin Spavotto Rengifo**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es



**Comparación entre la escala de Mercalli modificada y la de Richter**

Escala de Mercalli	Escala de Richter
I. Casi nadie lo ha sentido.	2,5 En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.
II. Muy pocas personas lo han sentido.	
III. Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	3,5 Sentido por mucha gente.
IV. Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	4,5 Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
V. Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.	
VI. Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	
VII. Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	6,0 Terremoto destructivo.
VIII. Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.	
IX. Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.	7,0 Terremoto importante.
X. Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	
XI. Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.	8,0 Grandes terremotos. o más
XII. Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.	

*[Firma]*  
 Erika Saavedra Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIPN° 118505



## Estudio de Mecánica de Suelos

### 3.1 Investigación de Campo

Con el fin de lograr los objetivos propuestos en el desarrollo del estudio en mención, se ha tenido en cuenta el siguiente procedimiento:

- Información previa proporcionada por el Solicitante o Proyectista del estudio, es decir todo lo referente a la ubicación, relieve, perímetro, área y tipo de trabajos a realizar en el terreno materia de estudio.
- Recopilación y análisis de información referente a estudios geológicos y geotécnicos realizados en la Localidad o Localidades cercanos al área en estudio.
- Reconocimiento de campo del área en estudio e inspección visual de posibles problemas geológicos, geomorfológicos y geotécnicos que podrían afectar la capacidad de soporte del suelo y por ende la cimentación de la estructura a proyectar.
- Ubicación del punto de exploración, excavación a cielo abierto de dicho punto a una profundidad de 3.00 m como mínimo para la proyección de edificaciones, descripción de estrato o punto de exploración en cuanto a su espesor, dilatancia, humedad, compacidad, plasticidad, nivel freático o filtración de agua, etc.
- Extracción y parafinado de muestras para su traslado al laboratorio de mecánica de suelos.
- Ejecución de ensayos básicos y especiales en el laboratorio de mecánica de suelos.
- Análisis e interpretación tanto de los datos obtenidos en campo así como de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos.
- Elaboración del informe técnico de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

#### 3.1.1 Calicata

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área en estudio, se ha realizado una calicata a cielo abierto a decisión del Solicitante o Proyectista, ubicado convenientemente en el área en estudio, localizando la siguiente profundidad:

CALICATA Nº	PROFUNDIDAD (m)	FILTRACION (m)	NIVEL FREATICO (m)
C-01	4.00	-	-

La profundidad se determinó teniendo en cuenta que en el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del Profesional Responsable, se podrá adoptar una profundidad  $z$  menor a 1.5 B. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m (**Se aplica: Profundidad del estrato resistente típico de la zona= 3.00 m + profundidad de verificación= 1.00 m; Profundidad de investigación= 4.00 m como mínimo**).

*[Firma]*  
 Ing. Saavedra Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.N. 14395

En ningún caso la profundidad de investigación será menor de 4.00 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p, en cuyo caso el profesional responsable deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

### 3.2 Muestreo disturbado

#### 3.2.1 Muestreo Disturbado

Se tomó muestras disturbadas de los suelos encontrados, en cantidades suficientes, como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

#### 3.2.2 Muestreo Inalterado

Se extrajo una muestra inalterada de 0.20 x 0.30 m a una profundidad de 3.00 m de la calicata excavada, para su posterior traslado al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para el ensayo de Corte Directo.

#### 3.2.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de la calicata anotándose sus principales características, tales como: Espesor, dilatación, humedad, compactidad, plasticidad, etc.

### 3.3 Cimentaciones de las Estructuras a Tomar en Cuenta para el Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga

Tanto el sistema estructural como la evaluación de cargas del Proyecto, no están definidas a la fecha de la elaboración del presente estudio por parte del Solicitante o Proyectista del estudio en mención, pero se sabe que el Proyecto no presentará instalaciones especiales y es del tipo A (Edificación esencial). La estructura de la edificación debe ser diseñado con sistema aporticado y de concreto armado, con cimentación superficial, proyectada con zapatas aisladas o zapatas combinadas o losas de cimentación (Según criterio del Proyectista o Ingeniero estructural, de acuerdo al análisis estructural que realice), conectadas mediante vigas de cimentación; los muros serán de ladrillo King Kong de mortero con un  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  o ladrillo de arcilla, las mismas que deben reunir las especificaciones técnicas.

### 3.4 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos representativos han sido realizados según los procedimientos de la A.S.T.M. y N.T.P., siendo estos los siguientes:

#### a. Ensayos Standard

- Análisis Granulométrico (NTP 339. 128 / ASTM D 422).
- Límites de Atterberg (Limite Líquido y Limite Plástico) (NTP 339. 129 / ASTM D 4318).
- Clasificación de suelos, Sistema SUCS (NTP 339. 134 / ASTM D 2487).
- Humedad Natural (NTP 339. 127 / ASTM D 2216).



INGENIERO CIVIL

#### b. Ensayos Especiales

- Peso Volumétrico (NTP 339.139 / ASTM D 2937)
- Ensayo de Corte Directo, Angulo de Fricción Interna, y Cohesión (NTP 339. 171 / ASTM D 3080)
- Agresividad del Suelo - Sales Solubles de Suelos (NTP 339. 152 / BS 1377)

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y AASHTO; y por pruebas sencillas de campo, observación con las muestras representativas ensayadas.

### 3.5 Perfiles Estratigráficos

Basados en la vida de inspección al área de estudio, así como también apoyado en los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha elaborado interpretativamente el perfil estratigráfico para la calicata efectuada.

De los trabajos realizados en campo y en el laboratorio, se deduce la siguiente conformación:

#### Calicata N° 01

Un primer estrato conformado por una arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color gris oscuro, con espesor de 0.00 a 0.30 m. De clasificación: **SUCCS= CL-ML**. Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.

Un segundo estrato de 0.30 a 4.00 m. Conformado por una arena arcillosa de consistencia firme, de baja plasticidad con 46.78% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq.= 27.62% e Ind. Plast.= 8.78%. De clasificación: **SUCCS= SC** y **ASSHTO= A-4(1)**.

### 3.6 Análisis de la Cimentación

#### 3.6.1 Estrato de Apoyo de la Cimentación

De acuerdo al perfil estratigráfico encontrado, la cimentación se apoyara sobre una arena arcillosa de consistencia firme. de baja plasticidad.

#### 3.6.2 Profundidad de la Cimentación

Para los cálculos se está considerando una profundidad de cimentación de 3.00 m (Para edificación de tres niveles + azotea), contados estos por debajo del nivel de explanación.

#### 3.6.3 Tipo de Cimentación

La estructura debe ser diseñada con sistema aporticado y de concreto armado, con cimentación superficial, proyectada con zapatas aisladas o zapatas combinadas o losas de cimentación (Según criterio del Proyectista o Ingeniero estructural, de acuerdo al análisis estructural que realice), conectadas mediante vigas de cimentación.

La infraestructura a construir, están diseñadas según Norma Técnica E-030 (Diseño Sismo Resistente), de estructura del tipo A (Edificación esencial), cuyo factor de uso es  $U= 1.00$ . Dicha infraestructura contará con sótanos pero no con instalaciones especiales. La cimentación será del tipo superficial, la misma que está diseñada para soportar los esfuerzos transmitidos por los elementos que integran la estructura de la infraestructura.



Juan Sebastián Cordero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

### 3.7 Cálculo y Análisis de la Capacidad Admisibile de Carga

#### 3.7.1 Memoria de Cálculo

Verificacio y realizada la exploración y la consistencia del suelo, se adoptó calcular la capacidad admisible por corte local aplicando la teoría de Karl Terzaghi, la fórmula modificaca desde el punto de vista de la exploración superficial.

#### Capacidad de Carga Admisibile por Falla de Corte Local

La capacidad última y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Terzaghi, utilizando las siguientes expresiones.

$$q_u = \frac{2}{3} \cdot C \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

Donde:

- $q_u$  : Capacidad Última de Carga.
- $q_{adm}$  : Capacidad Admisibile de Carga.
- $F_s$  : Factor de Seguridad.
- $\gamma$  : Densidad Natural o Peso Unitario.
- $\emptyset$  : Angulo Fricción Interna.
- $B$  : Ancho de la Cimentación.
- $D_f$  : Profundidad de la Cimentación.
- $C$  : Cohesión.
- $N'_c, N'_q, N'_\gamma$  : Factores Adimensionales.

#### Calicata N° 01:

- Angulo de fricción interna :  $\emptyset = 24^\circ$   
Considerando falla localizada se reducen los parámetros de resistencia:  
 $\emptyset' = \text{Arc tang} \left[ \left( \frac{2}{3} \right) (\text{tang } \emptyset) \right]$  :  $\emptyset' = 17^\circ$
- Cohesión :  $C = 0.10 \text{ Kg./cm}^2$   
Considerando falla localizada se reducen los parámetros de resistencia:  
 $C' = \left( \frac{2}{3} \right) (C)$  :  $C' = 0.07 \text{ Kg./cm}^2$
- Densidad Natural :  $\gamma_n = 1.76 \times 10^{-3} \text{ Kg./cm}^3$
- Profundidad de la Cimentación :  $D_f = 3.00 \text{ m}$
- Factor de Carga :  $N'_c = 10.47$   
 $N'_q = 3.13$   
 $N'_\gamma = 0.76$
- Ancho de la Cimentación :  $B = 1.00 \text{ m}$



INGENIERO CIVIL  
CIPN° 118505



### 3.7.2 Factor de Seguridad

En todos los casos se llegará a un coeficiente de seguridad de 3, para determinar la capacidad de apoyo admisible con el objetivo principal de:

- Prevenir las variaciones naturales de la resistencia al corte del suelo y la probable disminución local en la capacidad de carga del suelo durante el proceso constructivo.
- Prevenir asentamientos perjudiciales de la cimentación.
- Por las incertidumbres implicadas en los métodos o fórmulas para la determinación de la carga última de falla.
- Tener en cuenta las variaciones en la capacidad de apoyo con los cambios en las dimensiones de la cimentación, de acuerdo con las cargas a transmitir.

### 3.7.3 Determinación de la Carga de Rotura al Corte

Reemplazando valores se obtiene:

**Calicata N° 01:**

$$Q_{ad} = 0.81 \text{ Kg./cm}^2$$

### 3.8 Cálculo de Asentamientos

Aplicando el método elástico. Se calculará en base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$\delta = \frac{q \times B \times (1 - u^2)}{Es} \times If$$

**Donde:**

- $\delta$  = Asentamiento probable en cm.
- $q$  = Esfuerzo neto transmitido en Tn/m<sup>2</sup>.
- $B$  = Ancho de la cimentación en m.
- $Es$  = Modulo de elasticidad en Tn/m<sup>2</sup>.
- $u$  = Relación de poisson.
- $If$  = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación en cm/m.

**Calicata N° 01:**

$$\delta = \frac{q.B.(1-u^2)}{Es} \times If$$

- $\delta$  = Asentamiento probable
- $q$  = 8.10 Tn/m<sup>2</sup>
- $B$  = 1.00 m
- $Es$  = 700 Tn/m<sup>2</sup>
- $u$  = 0.30
- $If$  = 0.94

Reemplazando valores se tiene

$$\delta = 0.98 \text{ cm. OK } < 2.54 \text{ cm.}$$



Jhony Saavedra Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

### 3.9 Agresión al Suelo de Cimentación

De acuerdo a las características de los suelos encontrados en la calicata, se realizó los ensayos especiales de laboratorio, el resultado de los análisis químicos de las muestra de suelos obtenidos, se resume en el cuadro siguiente:

Muestra	pH	Sales Solubles (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	Materia Orgánica	Prof. (ml)
Calicata N° 01	6.87	389	321	456	0.10	3.00

Dichos valores se encuentran dentro de los límites permisibles de agresividad (Despreciable) del concreto, recomendado utilizar un **Cemento Pórtland Tipo I o Tipo Ico**.

ELEMENTOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION					
Elemento Nocivo	Límites Permisibles		Tipo de Cemento Recomendado	Grado de Alteración	Observaciones
	ppm	%			
Sulfatos (*)	0 – 1,000	0.00 – 0.10	---	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1,000 – 2,000	0.10 – 0.20	II (IP)	Moderado	
	2,000 – 20,000	0.20 – 2.00	V	Severo	
	> 20,000	> 2.00	V más puzolana	Muy Severo	
Cloruros (**)	> 6,000	> 0.60	---	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión armaduras o elementos metálicos
Sales Solubles Totales (**)	> 15,000	> 1.50	---	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación
* Comité 318 – 83 ACI ** Experiencia Existente					

### 3.10 Nivel Freático

En la zona comprendida del estudio no se alcanzó al nivel freático.



INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 118505

### 3.11 Resumen de Laboratorio

#### 3.11.1 Cuadro Resumen

Calicata # Capa #	01 02	UNIDAD
Profundidad	0.30 – 4.00	m
<b>Ensayo de corte directo</b>		
- Angulo de fricción	24	grados
- Cohesión	0.10	Kg./cm <sup>2</sup>
Densidad Peso Volumétrico	1.76	gr./cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	22.46	%
<b>Granulometría</b>		
- % que pasa la Malla # 4	100.00	%
- % que pasa la malla # 10	99.31	%
- % que pasa la malla # 40	89.68	%
- % que pasa la malla # 200	45.78	%
<b>Límites de consistencia</b>		
- Límite Líquido	27.62	%
- Límite Plástico	13.84	%
- Índice de plasticidad	8.78	%
Clasificación SUCS	<b>SC</b>	
Clasificación AASHTO	<b>A-4(1)</b>	

  
 John Saavedra Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIPN 118505



### 3.11.2 Registro de Excavación

  
Dña. Sandra Ranzó  
INGENIERO CIVIL  
C<sup>o</sup> N<sup>o</sup> 118505



**SAKIARÓ E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es



REGISTRO DE EXCAVACION												
Estudio de Mecánica de suelos							Hecho Por :		Bach. Miguel Hernan Flores Tananz	Bach. Dylan Ruben Borja Amasifuer		
Proyecto :		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Oñila Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021					Revisó :		Ing. Luis Paredes Del Aguila			
Localización :		Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín					Kilometraje :		-			
Cálculo :		C-01	Nivel freático :	-	Profund. Excavación :	4,00 m	Cota As. :	0 m.s.n.m.	Fecha :		Octubre del 2021	
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	OBSERVACION				
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
0.00	I	Arcilla limosa, con restos de raíces y palos propia de la vegetación de la zona, de color gris oscuro.	-	CL-ML		0.30	-	Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.				
-0.30	II	Arena arcillosa de consistencia firme, de baja plasticidad con 46.78% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq.= 27.62% e Ind. Plast.= 8.78%.	A-4(1)	SC		3.70	22.46	-				
-4.00												
Observaciones :												
Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraída colocadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM (Registro sin escalar).												

  
 Jhoan Schneider Rosillo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P.N° 118505

SAKIARO E.I.R.L.

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es



### 3.11.3 Ensayos de Laboratorio

  
Ana Socorro Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505



**RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO  
CALICATA N° 01**

Calicata # Capa #	01 02	UNIDAD
Profundidad	0.30 – 4.00	m
<b>Ensayo de corte directo</b>		
- Angulo de fricción	24	grados
- Cohesión	0.10	Kg./cm <sup>2</sup>
Densidad Peso Volumétrico	1.76	gr./cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	22.46	%
<b>Granulometría</b>		
- % que pasa la Malla # 4	100.00	%
- % que pasa la malla # 10	99.31	%
- % que pasa la malla # 40	89.68	%
- % que pasa la malla # 200	46.78	%
<b>Límites de consistencia</b>		
- Límite Líquido	27.62	%
- Límite Plástico	18.84	%
- Índice de plasticidad	8.78	%
Clasificación SUCS	<b>SC</b>	
Clasificación AASHTO	<b>A-4(1)</b>	

  
 .....  
 Luis Felipe López Chuquiza  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 .....  
 Juan Sorredio Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505



<b>Proyecto:</b>	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021		
<b>Localización:</b>	Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín		
<b>Muestra:</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02		
<b>Material:</b>	Arena arcillosa de consistencia firme		
<b>Para Uso :</b>	Terreno de Fundación para Cimentación		<b>Prof. de Muestras:</b> 0.30 - 4.00 m
<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto		<b>Fecha:</b> Octubre del 2021

#### **HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	28.46	27.68	30.10	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	321.74	310.21	342.86	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	267.81	258.84	285.13	grs
PESO DEL AGUA	53.93	51.37	57.73	grs
PESO DEL SUELO SECO	239.35	231.16	255.03	grs
% DE HUMEDAD	22.53	22.22	22.64	%
<b>PROMEDIO</b>	<b>22.46</b>			<b>%</b>

#### **GRAVEDAD ESPECIFICA : ASTM D - 854**

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
VOLUMEN DEL FRASCO A 20°C				cm <sup>3</sup>
METODO DE REMOCION DEL AIRE				0
PESO DEL FRASCO + AGUA + SUELO				grs
TEMPERATURA				°C
PESO DEL FRASCO + AGUA				grs
PLATO EVAPORADO				N°
PESO DEL PLATO EVAPORADO + SUELO SECO				grs
PESO DEL SUELO SECO				grs
VOLUMEN DE SOLIDOS				cm <sup>3</sup>
GRAVEDAD ESPECIFICA				grs/cm <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>				<b>grs/cm<sup>3</sup></b>

#### **PESO VOLUMETRICO : ASTM D - 2937**

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE MOLDE	1683	1852	1736	grs
PESO DEL SUELO + MOLDE	7628	7869	7721	grs
PESO DEL SUELO	5945	6017	5985	grs
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0034	0.0034	0.0034	cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO	1.75	1.77	1.76	cm <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.76</b>			<b>grs/cm<sup>3</sup></b>

  
 .....  
 Luis Felipe Lopez Chuquisuta  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 .....  
 Elio Saavedra Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 11505







**Proyecto:** Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021  
**Localización:** Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín  
**Muestras:** Calicata N° 01 - Estrato N° 02  
**Materiales:** Arena arcillosa de consistencia firme  
**Para Uso:** Terreno de Fundación para Cimentación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.30 - 4.00 m  
**Fecha:** Octubre del 2021

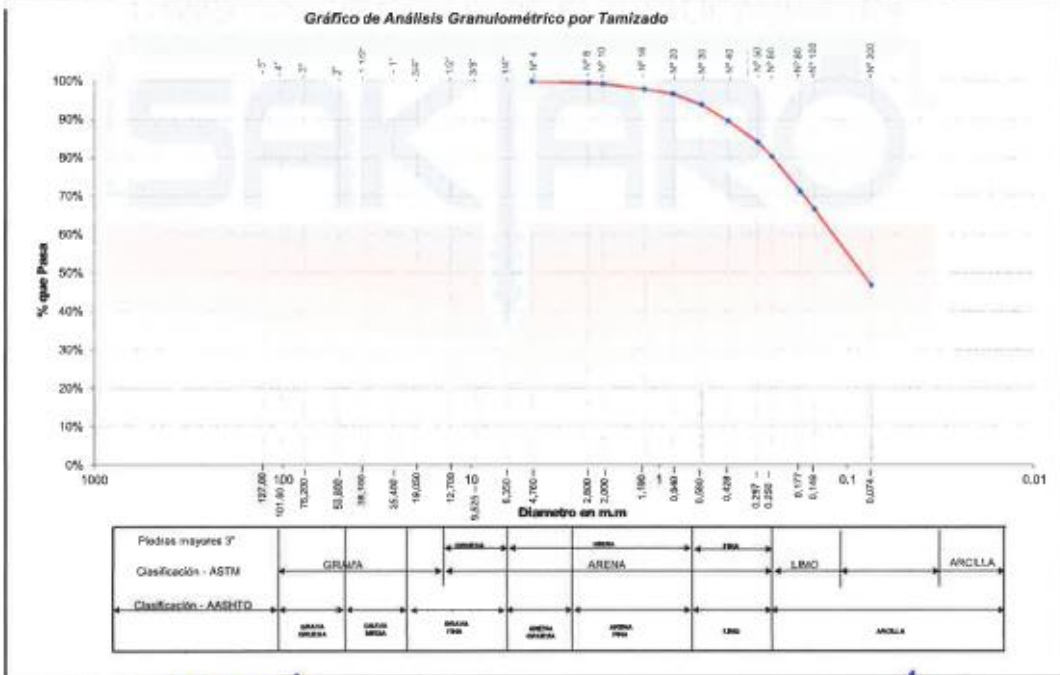
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750	0.00	0.00%	100.00%	
N° 6	2.500	3.40	0.47%	99.53%	
N° 10	2.000	1.60	0.22%	99.31%	
N° 16	1.190	9.80	1.36%	97.94%	
N° 20	0.840	8.70	1.21%	96.74%	
N° 30	0.600	20.00	2.86%	93.88%	
N° 40	0.425	30.20	4.19%	89.69%	
N° 50	0.297	39.70	5.51%	84.17%	
N° 60	0.250	27.10	3.76%	80.40%	
N° 80	0.177	65.20	9.06%	71.35%	
N° 100	0.149	33.60	4.67%	66.68%	
N° 200	0.074	143.30	19.90%	46.78%	
Fondo	0.01	336.80	46.78%	0.00%	
<b>PESO TOTAL</b>	<b>720.00</b>				

SUCS =	SC	AASHTO =	A-4(1)
LL =	27.62	WT =	
LP =	18.64	WT+Sal =	
IP =	8.78	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D	90-	%ARC =	46.78
D	65-	%SRR =	
D	30-	Cc =	
D	10-	Cu =	

**Observaciones:**  
 Arena arcillosa de consistencia firme, de baja plasticidad con 46.78% de finos (Que pasa la malla N° 200).  
 LL= 27.62% e Ind. Plast = 8.78%



*Luís Felipe López Chuquiza*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*Elva Susana Rosillo*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505





**Proyecto:** Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021

**Localización:** Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

**Muestras:** Calcata N° 01 - Estrato N° 02

**Materia:** Arena arcillosa de consistencia firme

**Para Uso:** Terreno de Fundación para Cimentación

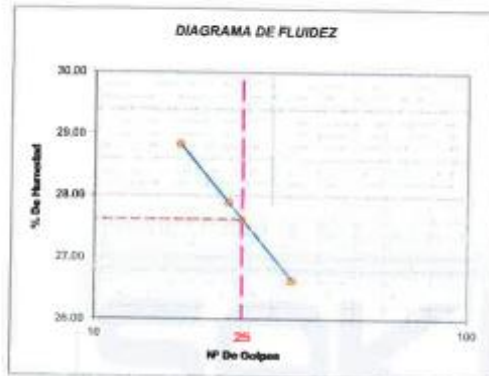
**Perforación:** Cielo Abierto

**Profundidad de la Muestra:** 0.30 - 4.00 m

**Fecha:** Octubre del 2021

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	14.52	14.53	14.78	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	36.32	34.06	38.84	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	31.44	29.80	33.78	grs
PESO DEL AGUA	4.88	4.26	5.06	grs
PESO DEL SUELO SECO	15.92	15.27	19.00	grs
% DE HUMEDAD	28.64	27.90	28.63	%
<b>NÚMERO DE GOLPES</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>34</b>	



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	-
Límite Líquido (%)	27.62
Límite Plástico (%)	18.84
Índice de Plasticidad Ip (%)	8.78
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE TARRO	14.52	14.04	14.16	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	31.38	33.34	31.23	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	28.71	30.27	28.53	grs
PESO DEL AGUA	2.67	3.07	2.70	grs
PESO DEL SUELO SECO	14.19	16.23	14.37	grs
% DE HUMEDAD	18.82	18.92	18.79	%
<b>PROMEDIO</b>		<b>18.84</b>		<b>%</b>

*Luis Felipe Lopez Chuquiyula*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*Ing. Samuel Rangel*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505





## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

**PROYECTO :** Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021

**UBICACIÓN :** Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

**MUESTRA :** Calicata N° 01 - Estrato N° 02

**FECHA :** Octubre del 2021

**DESCRIP. DEL SUELO:** Arena arcillosa de consistencia firme

**ESTADO DEL SUELO:** Inalterado

Sondaje : 01 Profundidad : 3.00 m Velocidad : 0.5 mm/min  
Muestra : 02 Densidad Insitu : 1.76 g/cm<sup>3</sup> Clasificación SUCS: SC

### ESPECIMEN 1

Altura: 20.00 mm  
Lado : 60.00 mm  
D. Seca: 1.44 g/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 22.60 %  
Esf. Normal: 0.71 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0.41 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 2

Altura: 20.00 mm  
Lado : 60.00 mm  
D. Seca: 1.44 g/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 22.10 %  
Esf. Normal: 1.41 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0.73 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 3

Altura: 20.00 mm  
Lado : 60.00 mm  
D. Seca: 1.44 g/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 22.70 %  
Esf. Normal: 2.12 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 1.04 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.14	0.25
0.50	0.18	0.32
0.75	0.24	0.43
1.00	0.30	0.53
1.25	0.32	0.57
1.50	0.36	0.63
1.75	0.37	0.66
2.00	0.39	0.67
2.25	0.39	0.67
2.50	0.39	0.67
2.75	0.39	0.67
3.00	0.39	0.67
3.25	0.39	0.67
3.50	0.40	0.67
3.75	0.40	0.67
4.00	0.40	0.67
4.25	0.40	0.67
4.50	0.40	0.67
4.75	0.40	0.67
5.00	0.41	0.67
5.25	0.41	0.67
5.50	0.41	0.67
6.00	0.41	0.67

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.31	0.28
0.50	0.36	0.32
0.75	0.42	0.38
1.00	0.49	0.43
1.25	0.52	0.46
1.50	0.56	0.49
1.75	0.58	0.51
2.00	0.60	0.53
2.25	0.62	0.54
2.50	0.63	0.54
2.75	0.64	0.55
3.00	0.65	0.56
3.25	0.66	0.57
3.50	0.68	0.57
3.75	0.68	0.58
4.00	0.69	0.58
4.25	0.70	0.58
4.50	0.71	0.59
4.75	0.71	0.59
5.00	0.72	0.59
5.25	0.72	0.59
5.50	0.73	0.60
6.00	0.73	0.60

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.48	0.29
0.50	0.53	0.32
0.75	0.60	0.36
1.00	0.66	0.39
1.25	0.71	0.42
1.52	0.75	0.44
1.75	0.78	0.46
2.00	0.81	0.47
2.25	0.84	0.49
2.48	0.86	0.50
2.75	0.89	0.51
3.00	0.90	0.51
3.25	0.93	0.53
3.50	0.95	0.54
3.75	0.96	0.54
4.00	0.97	0.55
4.25	0.99	0.55
4.50	1.00	0.56
4.75	1.01	0.56
5.00	1.02	0.56
5.25	1.03	0.56
5.50	1.04	0.57
6.00	1.04	0.57

### OBSERVACIONES:

  
Luis Felipe Lopez Chuquizuta  
Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 45886225

  
Ing. Sandra Rangel  
INGENIERO CIVIL  
CIPN° 118505

SAKIARO E.I.R.L.

C. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



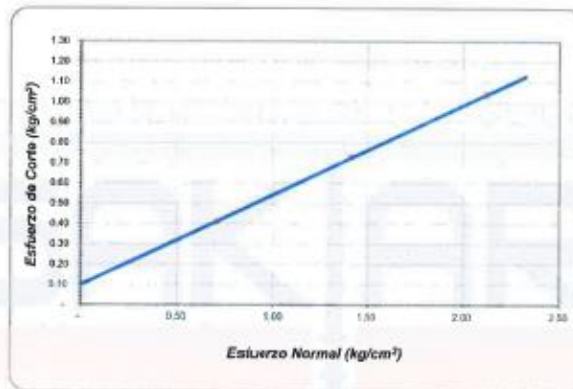
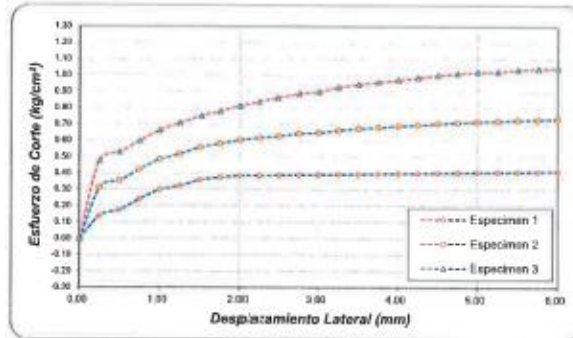
942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL**

ASTM D3080



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

ASTM D3080

<b>PROYECTO:</b>	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021		
<b>UBICACIÓN:</b>	Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín		
<b>FECHA:</b>	Octubre del 2021		
Sondaje:	01	Profundidad:	3.00 m
Muestra:	02	Estado:	Inalterado
<b>Nº ANILLO</b>	1	2	3
<b>Esfuerzo Normal</b>	0.71	1.41	2.12
<b>Esfuerzo de corte</b>	0.41	0.73	1.04

**Resultados:**

<b>Cohesión (c):</b>	0.10	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ang. Fricción (φ):</b>	24	°

*Luis Felipe López Chuquisuta*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*Jose Saavedra Rengifo*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

## ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES DE SUELOS

**BS - 1377**

**Proyecto** : Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021

**Localización** : **Dirección** : Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01  
**Barrio** : Comercio  
**Distrito** : Tarapoto  
**Provincia** : San Martín  
**Región** : San Martín

**Profundidad** : 3.00 m

**Asunto** : Análisis de Sales Solubles de Suelos

**Fecha** : Octubre del 2,021

**MUESTRA:  
CALICATA 01 - CAPA 02**

Muestra N° 01	Resultado	Interpretación
Parámetros	Unidades	
pH	6.87	Fuertemente Acido
Cloruros (Cl,K)	321 ppm	Bajo
Sulfatos (So4, Ba)	456 ppm	Bajo
Sales Solubles Totales	389 ppm	Bajo
Materia Orgánica	0.10 ppm	Bajo

  
 Luis Felipe Lopez Chuquisuta  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Jairo Sosa Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20902778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942626737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

#### 4. Conclusiones

- El área en estudio se encuentra dentro de la zona de sismicidad Zona 03, existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades como VII en la escala Mercalli Modificada.
- La infraestructura a construir será diseñada según Norma Técnica E-030 (Diseño Sismo Resistente), para la cual se tendrá en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Factor de Zona (Zona 03)	Z = 0.35
Factor de Amplificación del Suelo ( $S_2$ )	S = 1.15
Periodo que Define la Plataforma del Espectro	$T_P = 0.60$
	$T_L = 2.00$
Factor de amplificación sísmica	C = 2.50
Factor uso (Edificación esencial)	U = 1.50

- El tipo de suelo predominante al nivel de cimentación es una arena arcillosa de consistencia firme, de baja plasticidad.
- Para los cálculos estructurales de la cimentación, **considerar la capacidad admisible de:  $q_u = 0.81 \text{ kg/cm}^2$**  y con un asentamiento determinado por el método elástico de: 0.98 cm. < 2.54 cm.
- Para el cálculo de capacidad de soporte, se consideró un factor de seguridad de 3, con profundidad de cimentación de 3.00 m, contados estos por debajo del nivel de explanación.
- Los suelos del área en estudio no poseen parámetros de agresividad perjudiciales que podrían afectar al acero estructural y concreto de la cimentación a proyectar, por lo que no será necesario la utilización de cementos y aditivos especiales.
- En la zona comprendida del estudio no se alcanzó al nivel freático.
- El área en estudio presenta dos periodos lluviosos, uno entre los meses de febrero a mayo y otro de setiembre a diciembre, siendo siempre marzo el mes que registra mayor precipitaciones. En el mapa de isoyetas se tiene una precipitación media anual que varía de 1000 a 1400 mm.
- El área en estudio presenta una topografía ligeramente plana.
- Se identificó los suelos según el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS y AASHTO.
- El desarrollo del estudio hasta la elaboración del informe técnico final, se ha desarrollado según Norma Técnica E-050. Para lo cual se ha contado con los resultados de los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos. También se ha tenido en cuenta lo indicado en la Norma de Cargas E-020, Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 (Referente a los parámetros de sitio y condiciones geotécnicas), Norma de Concreto Armado E-060 y la Norma de Albañilería E-070.



INGENIERO CIVIL  
CIP N° 115505

## 5. Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de la investigación de campo realizado, de los resultados de los ensayos de laboratorio y de las conclusiones obtenidas como producto del análisis de dicho resultados, establecemos las siguientes recomendaciones:

- Para la cimentación de la edificación de tres niveles + azotea, se excavará 3.00 m de profundidad, contados estos por debajo del nivel de explanación, realizando luego la compactación con pisón manual en toda la superficie del fondo excavado. Luego colocar un solado de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 0.20 m de espesor, para finalmente colocar sobre esta el concreto de la zapata.
- De acuerdo a las características del sub suelo se ha optado por recomendar que para la estructura de la edificación se emplee sistema aporcado y de concreto armado, con cimentación superficial, proyectada con zapatas aisladas o zapatas combinadas o losas de cimentación (Según criterio del Proyectista o Ingeniero estructural, de acuerdo al análisis estructural que realice), conectadas mediante vigas de cimentación.
- Remover totalmente la capa de suelo orgánico dispuesto sobre el lugar, el cual se presenta de 0.30 m de espesor.
- En caso de acolchonamientos en la sub rasante, escarificar todo el material saturado y mejorar la plataforma con over o material granular con piedras tamaño máximo 4", realizar esto a fin de estabilizar la plataforma.
- Para los trabajos de perfilado de las zanjas a excavar considerar el trabajo manual con palanas, zapapico y otros.
- El agua para la fabricación del concreto se debe utilizar de la red pública.
- Considerar para el concreto Cemento Pórtland Tipo I o Tipo Ico para suelos de poca agresividad según análisis químicos.
- No se debe cimentar ni construir pisos o veredas sobre relleno, turba ni tierra de cultivo.
- Para la fabricación del concreto utilizar cemento normal mezclada con agua de buena calidad, además utilizar arena tamaño máximo 3/8 + piedra chancada tamaño máximo 1".
- Se debe utilizar un método de curado para las mezclas de concreto, teniendo en cuenta la norma A.S.T.M. C-31, con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida.
- Es preciso recomendar que las construcciones a realizarse en dicho terreno, se ejecute en épocas de verano para evitar en lo posible la saturación de las partidas correspondientes.

### Recomendación para el Sostentamiento de Taludes Verticales durante las Excavaciones Profundas

- Existen estructuras adyacentes al terreno donde se proyectará la edificación, se infiere que las cimentaciones de estas estructuras, estarían sobre el nivel de fondo de cimentación de la cimentación a construir.

*Jhony Saavedra Rengifo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18505

- Es recomendable que las excavaciones, que se requieren para alcanzar niveles de sótanos y cimentaciones, con una profundidad mayor a 2.00 m no deben permanecer sin calzaduras o sostenimientos.
- Se recomienda la construcción de calzaduras, en caso de ser necesario, u otra estructura de contención con el objeto de sostener las cimentaciones vecinas y de los taludes verticales del suelo, previniendo fallas por inestabilidad, asentamientos excesivos, sismos y sobre cargas manteniendo la integridad de los terrenos colindantes y vías.
- Se recomienda, en etapa de construcción, de producirse algún sismo mayor o igual a 3.50 grados a escala Richter, el contratista a cargo de las excavaciones deberá proceder de inmediato, tomando las precauciones del caso bajo su responsabilidad, calzar o sostener cortes de más de 2.00 m. de altura.
- Este estudio de suelos es válido sólo para el presente Proyecto.
- Para el diseño de la cimentación del Proyecto: **"Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021"**, se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra.

#### **Resumen de las Condiciones de Cimentación**

Solicitante: Institución Educativa Ofelia Velásquez

#### **Estudio de Mecánica Suelos para Diseño de Cimentación de Edificación**

Nombre del Proyecto:

Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM

Ubicación:

Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 01 – Barrio Comercio

Distrito:

Tarapoto

Provincia:

San Martín


Región:

San Martín

  
Juan Saavedra Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP/N° 118505

De conformidad con la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones", la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).



<b>Resumen de las Condiciones de Cimentación</b>	
Responsable (PR) : Bach. Miguel Hernán Flores Tananta Bach. Dylan Rubén Boria Amasifuen	
<p>Tipo de Cimentación:</p> <p>Sistema aporticado y de concreto armado, con cimentación superficial, proyectada con zapatas aisladas o zapatas combinadas o losas de cimentación (Según criterio del Proyectista o Ingeniero estructural, de acuerdo al análisis estructural que realice), conectadas mediante vigas de cimentación.</p> <p>La infraestructura a construir, están diseñadas según Norma Técnica E-030 (Diseño Sismo Resistente), de estructura del tipo A (Edificación esencial), cuyo factor de uso es <math>U= 1.50</math>. Dicha infraestructura contara con sótanos pero no con instalaciones especiales. La cimentación será del tipo superficial, la misma que está diseñada para soportar los esfuerzos transmitidos por los elementos que integran la estructura de la infraestructura.</p>	
<p>Estrato de apoyo de la cimentación:</p> <p>Arena arcillosa de consistencia firme, de baja plasticidad.</p>	
<p>Nivel Freático: No se alcanzó al nivel freático.</p> <p>Fecha: Octubre del 2021</p>	
<p>Parámetros de Diseño de la Cimentación</p> <p>Profundidad de Cimentación: 3.00 m (Contados estos por debajo del nivel de explanación).</p> <p>Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico): 3</p> <p>Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: 2.54 cm</p> <p>Capacidad Admisble</p> <p><math>q_u = 0.81 \text{ kg/cm}^2</math>. Con un asentamiento determinado por el método elástico de: 0.98 cm. &lt; 2.54 cm.</p> <p>Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)</p> <p>Zona Sísmica: 03</p> <p>Tipo de perfil I del suelo: S2</p> <p>Factor del suelo (S): 1.15</p> <p>Periodo TP (s): 0.60</p> <p>Periodo TL (s): 2.00</p>	
<p>Agresividad del Suelo a la Cimentación:</p> <p>Límites permisibles de agresividad (Despreciable) del concreto, recomendado utilizar un Cemento Pórtland Tipo I o Tipo Ico.</p>	
<p>Problemas Especiales de cimentación</p> <p>Licueción: No presenta problemas de licueción.</p> <p>Colapso: No presenta problemas de colapso.</p> <p>Expansión: No presenta problemas de expansión.</p>	
 INGENIERO CIVIL CIP N° 116505	

**Indicaciones Adicionales:**

Para la cimentación superficial, se excavará 3.00 m de profundidad, contados estos por debajo del nivel de piso terminado más bajo del primer piso, realizando luego la compactación con pisón manual en toda la superficie del fondo excavado. Luego colocar un solado de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 0.20 m de espesor, para finalmente colocar sobre esta el concreto de la zapata.

No se debe cimentar ni construir pisos o veredas sobre relleno, turba ni tierra de cultivo.

Al término del trabajo de campo, se debe clausurar las exploraciones efectuadas, dejando la zona de trabajo, tal como fue encontrada.

  
Juan Saavedra Rosillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

SAK | ARÒ

**SAKIARO E.I.R.L.**

IC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

## 7. Bibliografía

- Alva Hurtado, J.E.; "Cimentaciones superficiales". Curso de actualización. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil. Tarapoto – Perú (2,004).
- Alva Hurtado, J.E.; "Dinámica de suelos". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Sección de Postgrado. Lima – Perú (2,002).
- Crespo Villalaz, C.; "Mecánica de suelos y cimentaciones". Editorial Limusa, sexta reimpresión de la cuarta edición. México (1,998).
- Delgado Vargas, M.; "Ingeniería de cimentaciones. Fundamento e introducción al análisis geotécnico". Alfaomega Grupo Editorial S.A.; segunda edición. Colombia (1,999).
- Juárez – Rico; "Mecánica de suelos. Tomo 2. Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Editorial Limusa, decimonovena reimpresión. México (2,000).
- Martínez Vargas, J.A.; "Geotecnia para ingenieros – Principios básicos. Volumen 1". Concytec. Lima – Perú (1,990).
- Martínez Vargas, J.A.; "Geotecnia para ingenieros – Mecánica de Suelos. Volumen 2". Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería. Lima – Perú (1,991).
- M. Das, B.; "principios de ingeniería de cimentaciones". Internacional Thomson Editores S.A. México (2,001).
- Lambe – Whitman; "Mecánica de suelos". Editorial Limusa, decimocuarta reimpresión de la segunda edición. México (2,001).
- Lara – Alva; "Microzonificación sísmica de la ciudad de Moyobamba". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima – Perú.
- Peck – Hamsón – Thornburn; "Ingeniería de cimentaciones". Editorial Limusa. México.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.020 – Cargas". Norma legal. Lima – Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.030 – Diseño sismorresistente". Norma legal. Lima – Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.050 – Suelos y cimentaciones". Norma legal. Lima – Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.060 – Concreto armado". Norma legal. Lima – Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones; "N.T.E. E.020 – Albañilería". Norma legal. Lima – Perú.
- Report of the evaluation teams; "1990 Rioja, Perú earthquake". Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima – Perú (1,990).
- Silgado ferro, E.; "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1,513 – 1,974)". Instituto de Geología y Minería. Boletín N° 3, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Lima – Perú (1,978).
- Tomlinson, M.J.; "Cimentaciones. Diseño y construcción". Trillas. México (1,996).



Juan Samuel de la Riva  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505





## 8. Anexos



INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 118505



---

**SAKIARÓ E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Norales- San Martín



942361604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es



**8.1 Panel Fotográfico de Excavación de Calicata y Extracción de Muestras**

  
.....  
Jhony Saavedra Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
C/P. N° 118505



SE OBSERVA EXCAVACION DE CALICATA N° 01  
ESTRATIGRAFIA DEL SUELO



SE OBSERVA EXCAVACION DE CALICATA N° 01  
ESTRATIGRAFIA DEL SUELO



*Luis Felipe López Chauquigala*  
 .....  
 Luis Felipe López Chauquigala  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*José Saavedra Rangel*  
 .....  
 José Saavedra Rangel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18505

SE OBSERVA CALICATA EXCAVADA N° 01  
EXTRACCION DE MUESTRA



SE OBSERVA CALICATA EXCAVADA N° 01  
EXTRACCION DE MUESTRA



*[Signature]*  
 Luis Felipe Lopez Chuquigula  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*[Signature]*  
 Juan Sandoval Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P.N° 118505

**KIAROE.I.R.L.**

Tel: N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

## 8.2 Panel Fotográfico de Ensayos Realizados en Laboratorio

  
Ingrid Paola Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505





SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR EL METODO DE TAMIZADO



SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR EL METODO DE TAMIZADO



*Luis Felipe Lopez Chuquiñata*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*Juan Sacasa Rangel*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**AKIARO E.I.R.L.**

IC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942651604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE LIMITE PLASTICO



*[Signature]*  
 Ing. Felipe Lopez Chuquisula  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*[Signature]*  
 Ing. Saavedra Rengifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**SAKIARÓ E.I.R.L.**

20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737

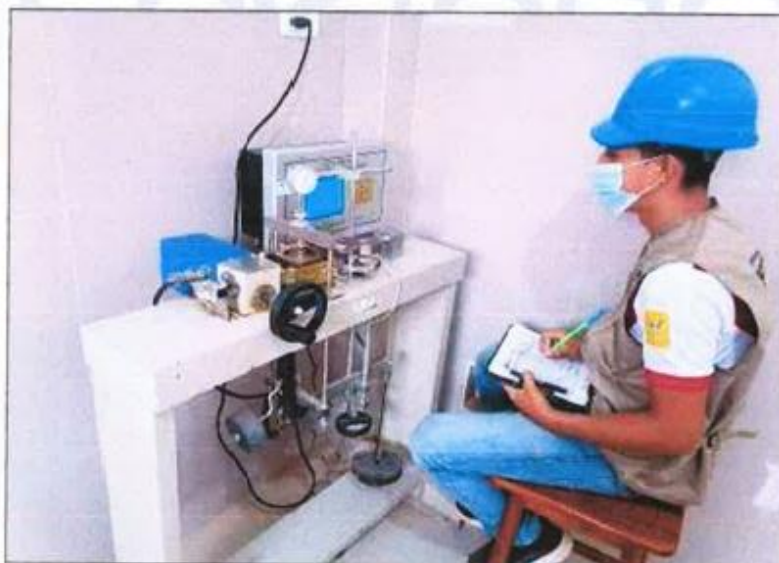


sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO



SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO



*[Signature]*  
 Luis Felipe López Chuquigala  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*[Signature]*  
 Edwin Saavedra Rangel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**SAKIARÓ** E.I.R.L.

RUC. N° 2062778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942626737

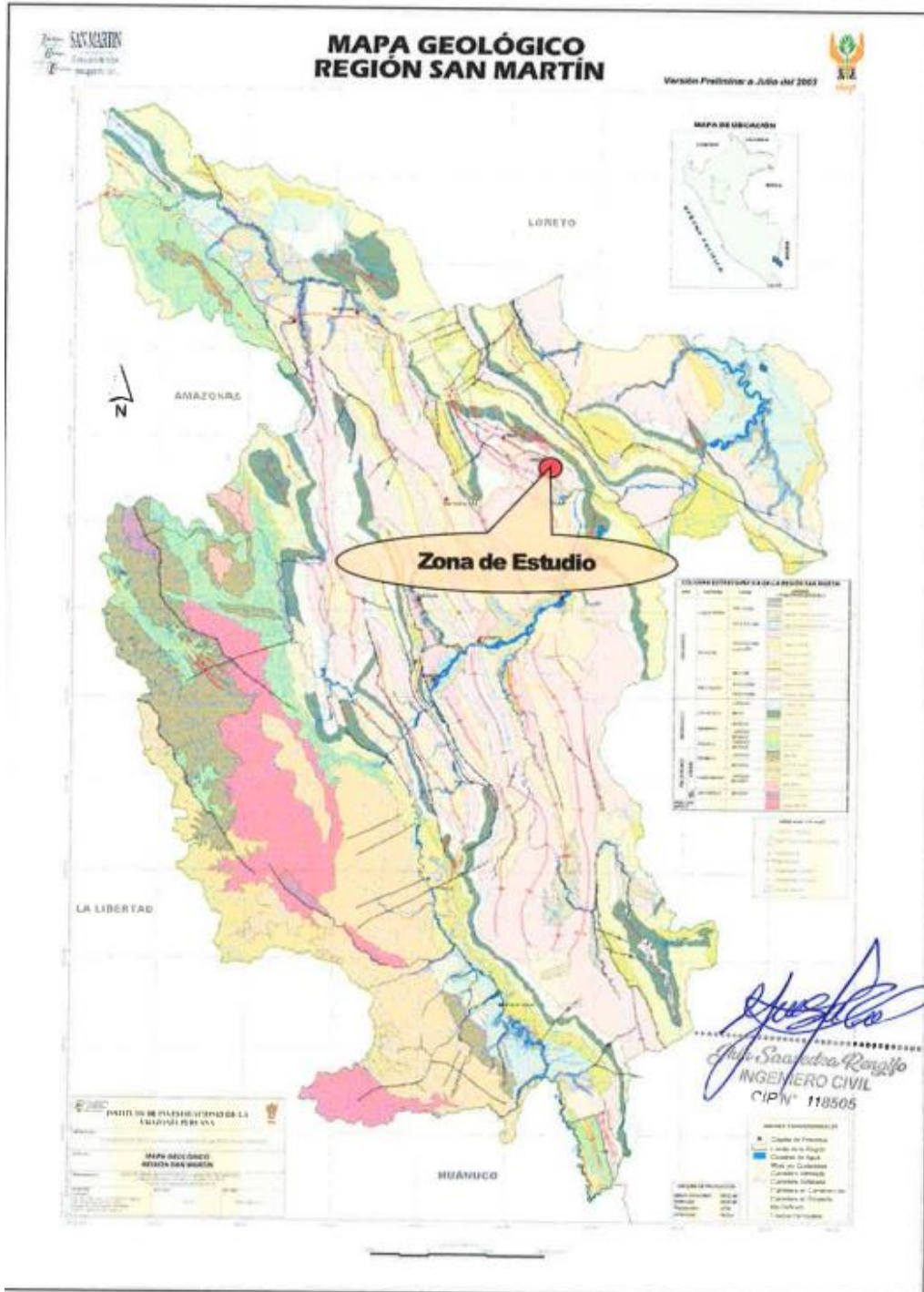


sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

8.3 Mapas

*Juan*  
.....  
Juan Francisco Rengifo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 116505





## 8.4 Recomendación Referida a Capa de Afirmado o Material Granular

### 8.5.1 Introducción

- El material a usarse varía según la Región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria.
- El mejoramiento o relleno es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: Piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el mejoramiento o relleno será pobre.
- El mejoramiento o relleno requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de mejoramiento o relleno.
- Un mejoramiento o relleno sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable.
- Un buen mejoramiento o relleno para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas y además debe tener la cualidad de ser drenante.

### 8.5.2 Gradación

- Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente, por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.
- Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas, su comportamiento es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto rodado, dándole a la capa de mejoramiento o relleno resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes.
- Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son consideradas como muy buenos materiales.
- Es muy importante indicar que todas las gravas no son iguales, por lo que la calidad verdadera debe ser determinada efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que constituyen el mejoramiento o relleno, esto asegurará que la dosificación puesta en obra sea la adecuada.
- Tal como se indicó el afirmado se compone de tres grupos del agregado: piedra, arena, y finos. Dependiendo donde se utilizará el material, la dosificación de estos tres grupos variará. Por ejemplo, existen especificaciones como las presentadas a continuación que recomiendan las siguientes granulometrías:

  
Juan Saavedra Rojas  
INGENIERO CIVIL  
C.R.C. 12345

Tamiz	Porcentaje que Pasa			
	Gradación "A"	Gradación "B"	Gradación "C"	Gradación "D"
2"	100	100	-	-
1"	-	75 – 97	100	100
3/8"	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
Nº 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº 200	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

- La granulometría definitiva que se adopte dentro de estos límites tendrán una gradación uniforme de grueso a fino.
- La fracción del material que pase la malla Nº 200 no debe exceder de 1/2 y en ningún caso de los 2/3 que pase el tamiz Nº 40.
- La fracción del material que pasa el tamiz Nº 40 debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6%, determinados de acuerdo a los métodos T-89 y T-91 de la Aashtc.

### 8.5.3 Manipuleo y Colocación del Material de Mejoramiento o Relleno

- En relación a la obtención y manipuleo de los materiales en las canteras o fuentes de materiales es muy importante, que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie, pues ésta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie de la capa de mejoramiento o relleno.
- Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava, por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso.
- Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso, cuando ocurre esto, las partículas de gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material así como dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos, que provocarán ahuellamientos profundos durante el periodo de lluvias.
- Cuando un material apilado se segrega, una opción será utilizar la motoniveladora y volver a mezclar el material hasta homogenizarlo y luego extenderlo en capas

  
 Jhon Alexander Rosillo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 118505

uniformes sobre la capa de mejoramiento o relleno, este procedimiento reducirá el problema de segregación.

- Cuando la capa de mejoramiento o relleno tenga que ser colocada, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, como ahuellamientos, baches, desniveles, etc, todos estos problemas deben ser eliminados; entonces, el material de mejoramiento o relleno se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento. En caso que la superficie de la capa de mejoramiento o relleno sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de mejoramiento o relleno nueva puede ser colocada.
- El comportamiento de la capa de mejoramiento o relleno dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de mejoramiento o relleno debe ser compactada por lo menos, al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180.
- Otro aspecto importante lo constituye el perfilado, en cuanto a la conformación del bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

#### 8.5.4 Fuente de Materiales - Canteras

- Se deberá efectuar un estudio de canteras – fuentes de materiales para mejoramiento o rellenos. Para el caso de canteras que cuenten con estudios previos, se efectuarán solamente ensayos que confirmen la calidad y potencia de las mismas.
- Las canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (Potencia), así como por su menor distancia a la obra.
- A todas las muestras se les realizará ensayos de clasificación, en tanto que a un número representativo del total del muestreo, se les efectuará ensayos de compactación, CBR y ensayos que permitan determinar las propiedades mecánicas y de resistencia.
- La exploración de las canteras o fuentes de materiales debe cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable del orden de 1.5 veces las necesidades del Proyecto.

  
John Alexander Rangel  
INGENIERO CIVIL  
CIPN 118505



**ANEXOS 5:** Ficha de resumen para el estudio de mecánica de suelo.

<b>FICHA DE RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>			
<b>I.DATOS DEL PROYECTO</b>			
<b>TITULO DE TESIS</b>	"EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA OFELIA VELÁSQUEZ CON LA METODOLOGÍA BIM PARA DETERMINAR SU VULNERABILIDAD SÍSMICA, TARAPOTO-2021".		
<b>TESISTAS</b>	DILAN RUBEN BORJA AMASIFUEN MIGUEL HERNAN FLORES TANANTA		
<b>LABORATORIO</b>	SAKIARA E.I.R.L.		
<b>FECHA</b>	Oct-21		
<b>II.DATOS GENERALES</b>			
UBICACIÓN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA OFELIA VELASQUEZ			
<b>REGION</b>	SAN MARTIN	<b>DISTRITO</b>	TARAPOTO
<b>PROVINCIA</b>	SAN MARTIN	<b>SECTOR</b>	COMERCIO
<b>III.RESUMEN DE ENSAYOS BASICOS DE LABORATORIO</b>			
PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO SEGUN LA NORMA E-030			
<b>ZONA SISMICA</b>	3		
<b>TIPO DE PERFIL DE SUELO</b>	S2		
<b>FACTOR DE SUELO</b>	1.50		
<b>PERIODO TP(s)</b>	0.60		
<b>PERIODO TL(s)</b>	2.00		

El estudio de mecánica de suelos, forma parte de los estudios básicos que se debe realizar antes de realizar un proyecto, según la norma técnica peruana, estos estudios básicos, es de vital importancia, porque de ellos depende el diseño de la estructura de cimentación de una estructura cualquiera. Y como es el caso de este proyecto de investigación, para determinar la vulnerabilidad de la infraestructura educativa Ofelia Velásquez, es necesario conocer los parámetros sísmicos, la granulometría del suelo, y su capacidad portante o resistencia del suelo. A continuación, se indica en las imágenes las muestras extraídas.



**Figura N°12:** Vista de trazo para el muestreo de la calicata.

Como se puede observar, se está realizando el trazo para la ubicación de la primera extracción de muestra, donde la cantidad sea representativa en el procedimiento, identificación y transporte de la muestra alterada, con las herramientas manuales que ya se conoce, como picos, palas, cuchillos, espátulas para realizar el cuarteo, flexómetro, etc.



**Figura N°13:** Vista de excavación de suelo para extracción de muestra.

Las imágenes muestran cual es el procedimiento para la extracción de la muestra inalterada, con la finalidad de realizar los cálculos necesarios en el laboratorio, indicando al final la resistencia o capacidad portante del suelo, así también indicar su granulometría, cohesión, fricción, porcentajes de gravas y finos, etc.



**Figura N°14:** Vista de excavación de suelo.

Como se puede observar, el trazo, ubicación y extracción de muestra.



**Figura N°15:** Vista de excavación de suelo.



## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  
NUCLEOS EXTRAIDOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
(ROTURA DE ESPECIMENES DE CONCRETO)

Proyecto:

**“EVALUACION DE LA  
VULNERABILIDAD SISMICA DE  
LA INSTITUCION EDUCATIVA  
OFELIA VELASQUEZ,  
UTILIZANDO LA TECNOLOGIA  
BIM TARAPOTO - 2021”**

Diciembre del 2021

  
.....  
*Daniel López Churruarín*  
Tec. Es. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 48846226

  
.....  
*Jorge Luis Rodríguez*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

SAKIARÓ E.I.R.L.

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto #413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

## INFORME TECNICO

**Proyecto** : Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021

**Ubicación** : **Distrito** : Tarapoto  
**Provincia** : San Martín  
**Región** : San Martín

**Asunto** : Ensayos de resistencia a la compresión de núcleos extraídos de concreto endurecido (Rotura de especímenes de concreto)

**Fecha** : Noviembre del 2,021

Por intermedio del presente le saludo cordialmente y aprovecho la oportunidad para hacerle llegar el informe técnico correspondiente de los ensayos de resistencia a la compresión de núcleos extraídos de concreto endurecido (Rotura de especímenes de concreto), que tienen las siguientes medidas:

- Diámetro : 4.20 cm.
- Altura : 8.00 cm
- Los especímenes de concreto fueron elaboradas en obra. El laboratorio no se responsabiliza de la dosificación en obra.
- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno según norma ASTM 1231.
- El concreto tiene un  $f'c$  de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
- De los ensayos de resistencia a la compresión de núcleos extraídos de concreto endurecido se ha obtenido un  $f'c = 199.56$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Es todo cuanto informo a usted, para los fines que crea conveniente.

Atentamente;

  
.....  
Juan Carlos López  
Ing. Esp. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
ONI N° 45886225

  
.....  
Juan Carlos López  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

C.C.  
Archivo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES DE CONCRETO - ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**NORMA ASTM C-39 - C-39M-18 / NTP 339-034-2008**

Proyecto : Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Orelia Velásquez, Utilizando la Tecnología BIM Tarapoto - 2021  
 Ubicación : Direc.: Jr. Alfonso Ugarte Cdra.01 - Barrio Comercio / Dist.: Tarapoto / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín  
 Operador : Tec. Const. Luis Felipe López Chuquiúzta  
 Revisado : Ing. Jhón Saavedra Piéngifo  
 Fecha : Noviembre del 2.021  
 Tipo de Muestra : Núcleos extraídos de concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos 4.20 cm x 8.00 cm  
 Fe de Diseño : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

N° de Muestra	Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Relación Altura / Diámetro	Factor	Carga (Kg)	f <sub>c</sub> Obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (%)	Tipo de Falla
01	Núcleo extraído N° 01	10/11/2021	15/11/2021	4.20	8.00	13.85	1.90	1.00	2718	195.33	199.56	3
02	Núcleo extraído N° 02	10/11/2021	15/11/2021	4.20	8.00	13.85	1.90	1.00	2851	204.89		
03	Núcleo extraído N° 03	10/11/2021	15/11/2021	4.20	8.00	13.85	1.90	1.00	2812	202.09	3	
04	Núcleo extraído N° 04	10/11/2021	15/11/2021	4.20	8.00	13.85	1.90	1.00	2726	195.91	3	

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Los especímenes de concreto fueron elaboradas en obra. El laboratorio no se responsabiliza de la dosificación en obra.
- 2.- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- 3.- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo negativo según norma ASTM 1231.
- 4.- El concreto tiene un f' c de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 5.- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

**TIPO DE FALLA**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sr. Luis Felipe López Chuquiúzta  
 Tecnólogo en Mecánica de Suelos  
 Comercio y Pavimentos  
 DNI N° 45686225

Sr. Jhón Saavedra Piéngifo  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 118505



**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es



SE OBSERVA EXTRACCION DE TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



SE OBSERVA EXTRACCION DE TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



*Lucrecia Lopez*  
Lucrecia Lopez Chuquisuta  
Tec. Espec. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 45686225

*Julio Cesar*  
Julio Cesar  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

SE OBSERVA TALLADO DE  
TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



SE OBSERVA TALLADO DE  
TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



  
Dr. Evelyn Lopez Chuquisaca  
Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 45686225

  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18505





SE OBSERVA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



SE OBSERVA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DIAMANTADOS EN OBRA



*[Signature]*  
Luis Carlos López Chuquisaca  
Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 45686225

*[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18505





# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 505 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,155	100,527	-0,16	-0,53	100,34	-0,34	-0,37
200	199,519	200,232	0,24	-0,12	199,88	0,06	-0,36
300	299,887	299,808	0,04	0,06	299,84	0,05	0,02
400	399,738	399,650	0,07	0,09	399,69	0,08	0,02
500	501,266	500,511	-0,25	-0,10	500,89	-0,18	0,15
600	601,147	602,736	-0,19	-0,46	601,94	-0,32	-0,28
700	704,166	703,950	-0,60	-0,56	704,06	-0,58	0,03

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9942x + 1,3851$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

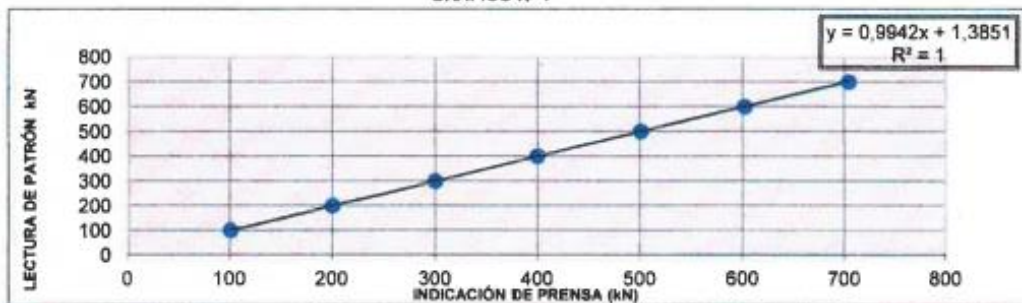
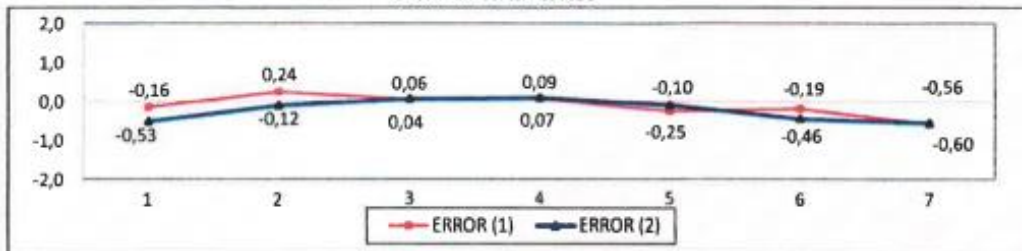
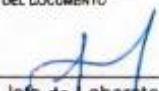


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



**PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 505 - 2021**

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 419-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-10-06

**1. Solicitante** : SAKIARO E.I.R.L.

**Dirección** : JR. TARAPOTO NRO. 413 - MORALES - SAN MARTIN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : YU FENG  
**Modelo de Prensa** : STYE-2000  
**Serie de Prensa** : 110961  
**Capacidad de Prensa** : 2000 kN

**Marca de indicador** : MC  
**Modelo de indicador** : LM-02  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

**Bomba Hidráulica** : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. TARAPOTO NRO. 413 - MORALES - SAN MARTIN  
01 - OCTUBRE - 2021

**4. Método de Calibración**

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	30,0	30,4
Humedad %	66	65

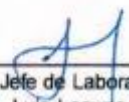
**7. Resultados de la Medición**

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152E31

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecisión.com E-mail: info@puntodeprecisión.com / puntodeprecisión@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## ANEXOS 6: Análisis sísmico del módulo “1”

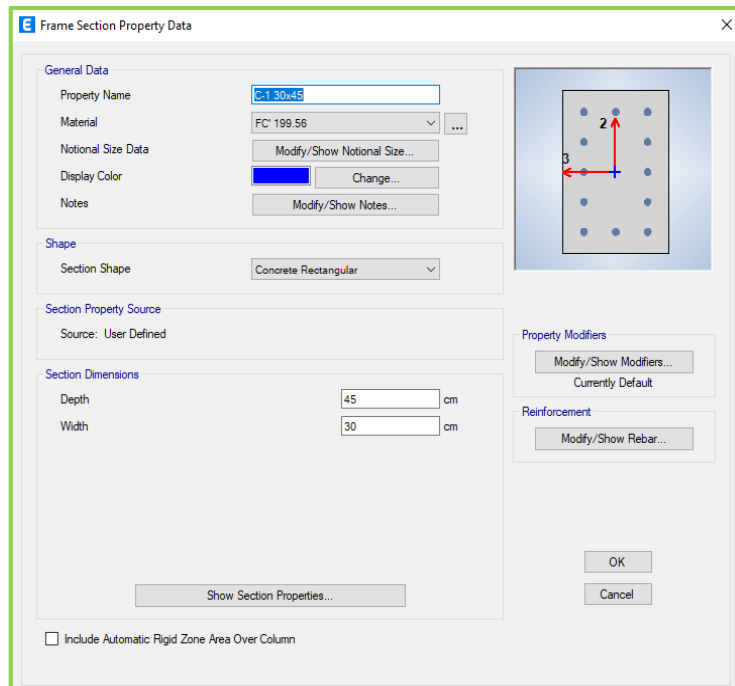
Análisis sísmico de la Institución Educativa Ofelia Velásquez.

Según el análisis de campo, y recojo de información se procedió a definir las secciones de las vigas y columnas, que tienen medidas en Vigas Principales de 0.30 m x 0.50 m , Vigas secundarias de 0.25 m x 0.20 m, vigas de borde con medidas de 0.15 m x 0.50 m, columnas rectangulares y circulares de C-1 : 0.30 m x 0.45 m , C-2 : 0.30 m x 0.45 m y columna circular de medidas de diámetro D=0.25 m, asimismo se precisó que existe una escalera que se encuentra muy independiente de la estructura de edificio.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	F'c 199.56	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color		
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm³
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	211898.56	kgf/cm²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	88291.07	kgf/cm²
	Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...	
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		
Modulus of Rupture for Cracked Deflections	Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)	<input checked="" type="radio"/>	
	User Specified	<input type="radio"/>	

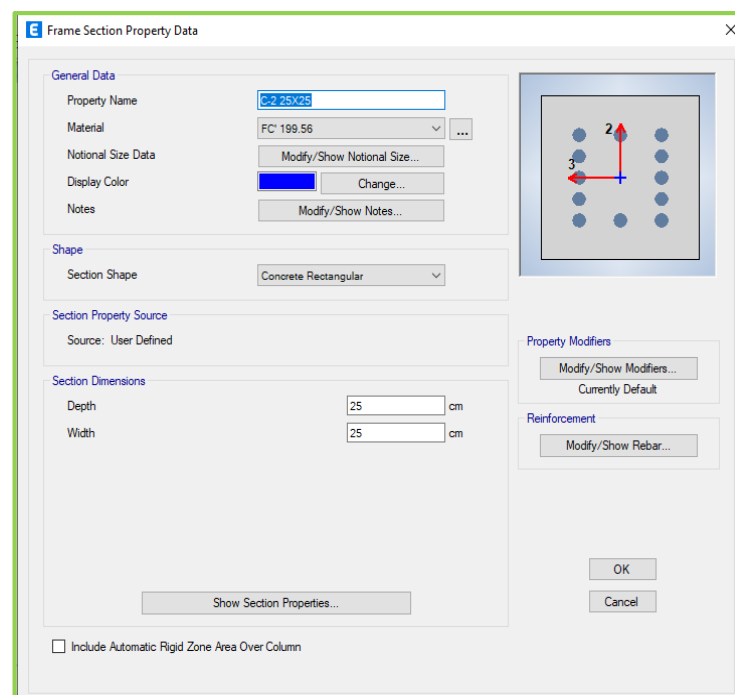
Figura N°16: Asignación de propiedades a los materiales, F'c.

Así como se indica en Figura N° 16, se puede clasificar los elementos estructurales, viga, columna, losa, etc. con sus respectivas medidas. Se debe tener en cuenta que el edificio de 3 niveles no se tuvo presencia de estructuras de muros portantes o estructuras de corte, habiendo solo la existencia de los elementos ya mencionados, estructurales y no estructurales.

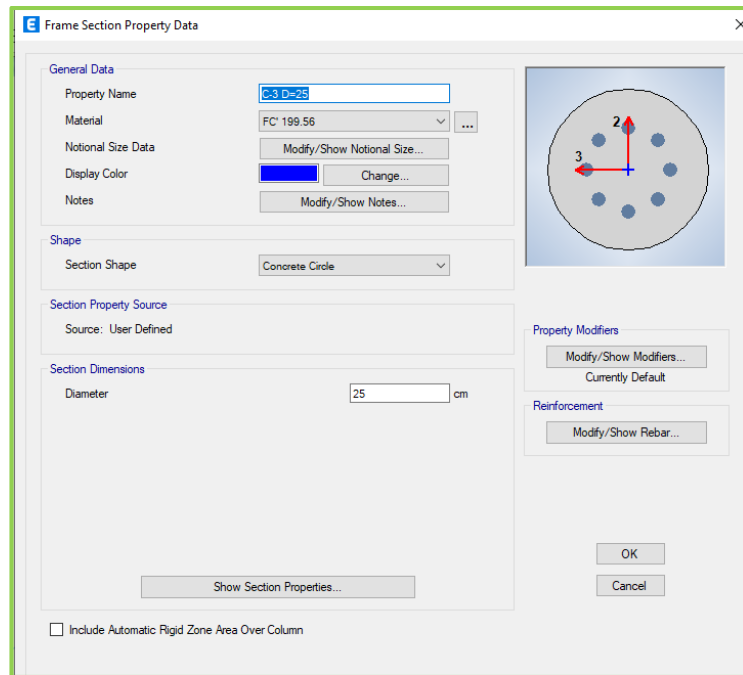


**Figura N°17:** Asignación de sección de la Columna 1

La designación de sección de la columna C-1 de mayor sección, ubicadas en los ejes principales, se considera que para el modelamiento debe contener las cuantías mínimas de acero estructural.

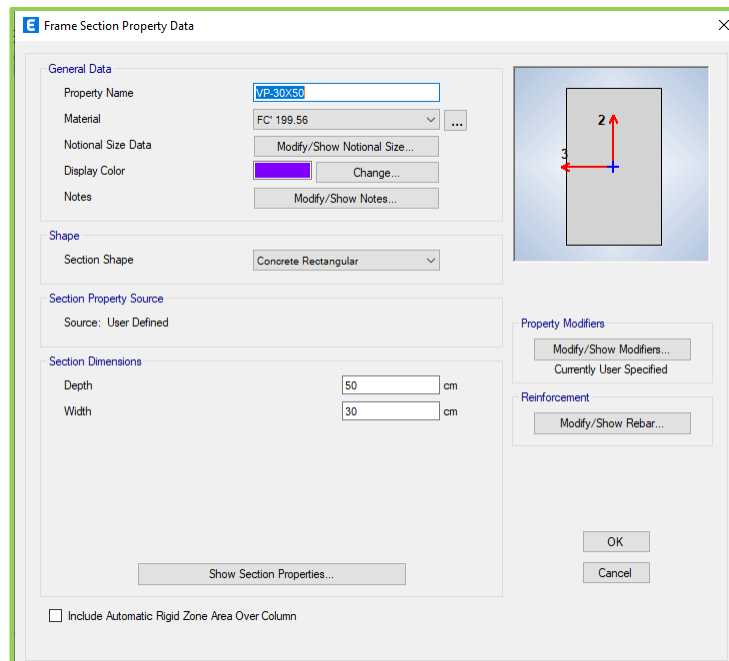


**Figura N°18:** Asignación de sección de la Columna 2



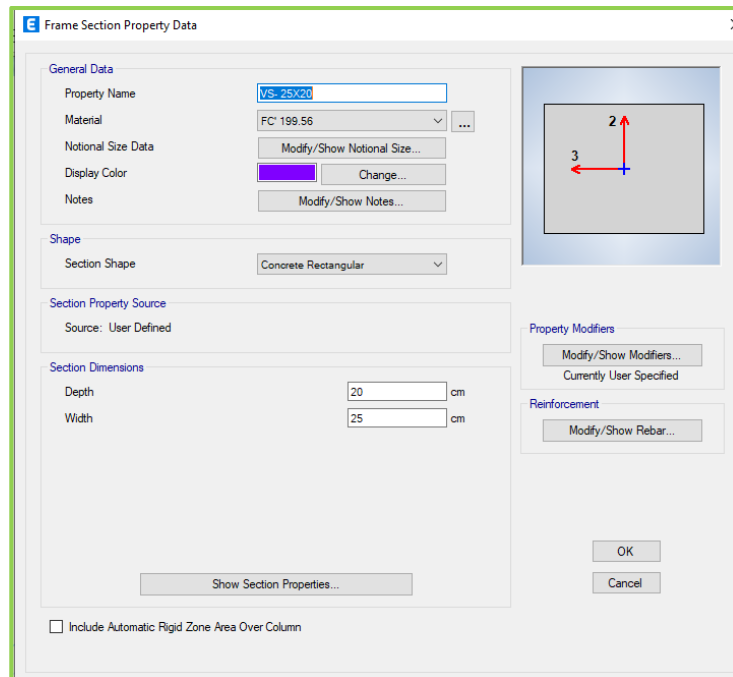
**Figura N°19:** Asignación de sección de la Columna Circular

Se asigna los materiales a las columnas circulares de diámetro de 25 cm, con  $f'c=199.56 \text{ kg/cm}^2$ , con especificación en columna.



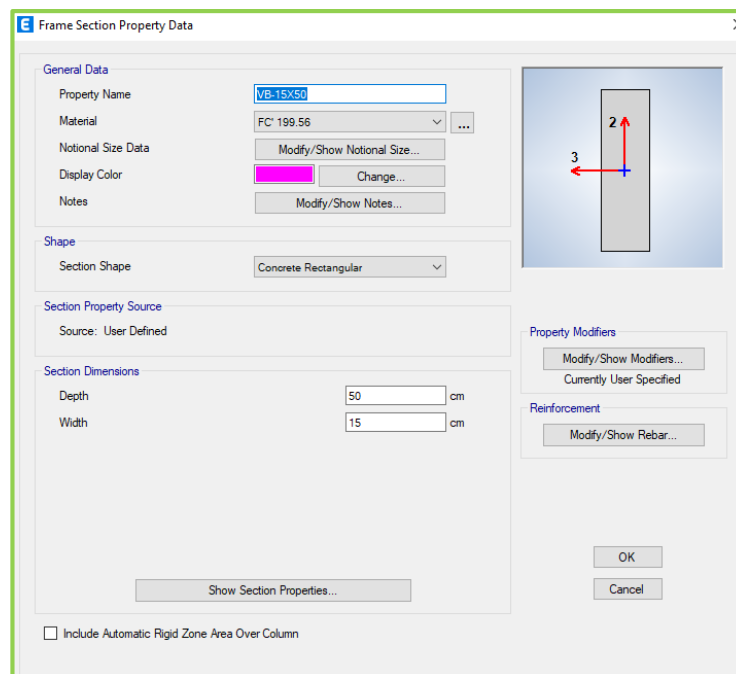
**Figura N°20:** Asignación de sección de Viga Principal

Se asigna los materiales a las vigas rectangulares de sección 30x50, con  $f'c=199.56 \text{ kg/cm}^2$ , con especificación en beam.



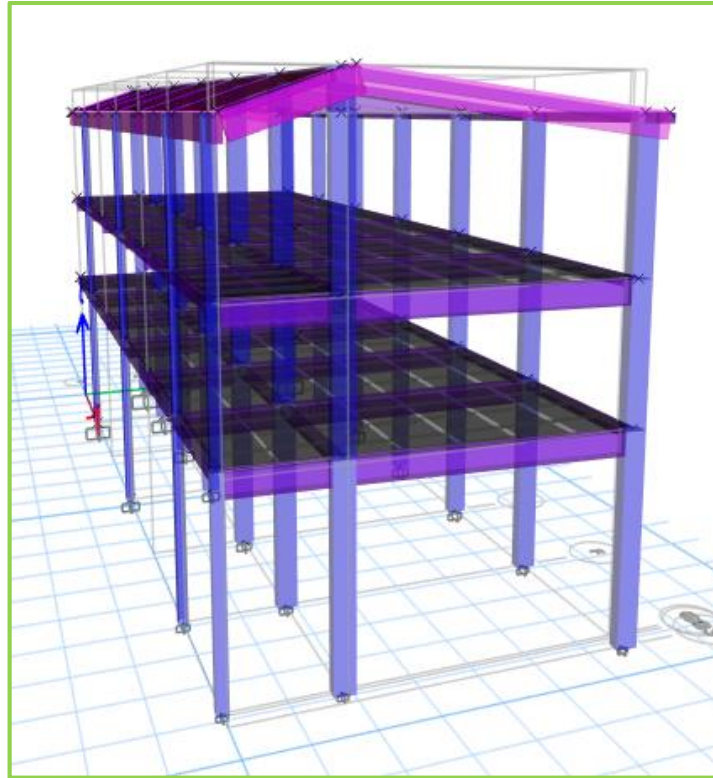
**Figura N°21:** Asignación de sección de Viga Secundaria

Se asigna los materiales a las vigas rectangulares de sección 20x25, con  $f'c=199.56 \text{ kg/cm}^2$ , con especificación en beam.

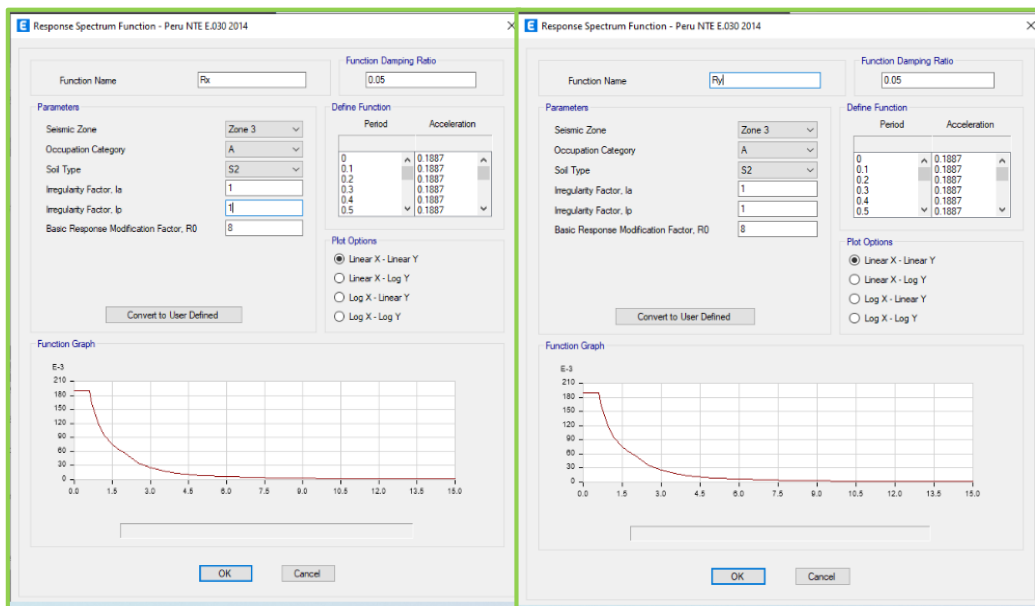


**Figura N°22:** Asignación de sección de Viga de Borde

Se asigna los materiales a las vigas rectangulares de sección 15x50, con  $f'c=199.56 \text{ kg/cm}^2$ , con especificación en beam.



**Figura N°23:** Isométrico del edificio modular en el programa ETABS



**Figura N°24:** Espectro de Diseño para la Estructura de la I.E. Ofelia Velásquez.

En la Figura N° 24, como se puede observar, se comprende el espectro de diseño en el eje X y Y, correspondiente al módulo “1”, este espectro está según la información recopilada en campo, de acuerdo a los estudios de mecánica de suelos y en cumplimiento de la norma Sismorresistente E-030.



## Desplazamiento y Control de derivas según el RNE – E.030 Sismorresistente.

Como se puede observar en las tablas anteriores, respecto a los desplazamiento y distorsiones de derivas, los entresijos del módulo “1” no cumplen con las normas técnicas de diseño Sismorresistente E-030. Como se puede observar en la figura N°26

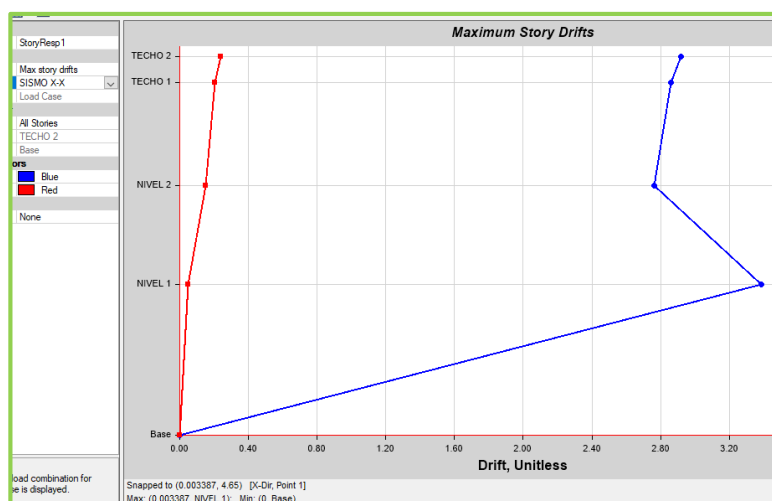


Figura N°25: Deriva de entresijos en el eje X-X

Como se puede observar en la figura número 11, la máxima deriva de entresijos, sin la aplicación de la norma técnica, el valor 0.003387.

Según la norma técnica peruana E-030 Sismorresistente, para estructuras regulares las derivas máximas deben multiplicarse por  $0.75 \cdot R$ , tanto para el eje X y para el Eje Y, y la componente de los máximos valores se toma como las derivas máximas de toda la estructura. Esto se refiere al desplazamiento del centro de diafragma horizontal, determinando así los centímetros desplazados de su eje, sus direcciones del Eje X-X y Eje Y-Y.

El control de deriva es un concepto muy importante, porque demuestra las distorsiones excesivas en el modelamiento, antes de realizar el diseño es de vital importancia realizar los estudios sísmicos estáticos y dinámicos. Porque de esta manera se estaría evitando múltiples falencias de diseño, como el de la columna corta, piso débil o piso blando, columna fuerte viga débil demostrado con sistemas de operación sencilla o realizarlo por el método de diseño por capacidad.



Figura N°26: Deriva de entrespiso en el eje Y-Y

Según la norma técnica Sismorresistente E-030 el desplazamiento relativo de entrespiso en estructuras de concreto armado no debe exceder de

$$(\Delta_i/h_{ei}) < 0.007$$

Pero sin embargo las derivas obtenidas se deben multiplicarse por  $0.75 \cdot R$ .

Que por consiguiente las derivas máximas de la estructura se refleja en la siguiente tabla.

De la Tabla N°35, se puede observar según los análisis sísmicos, calculados en ETABS cumplen de acuerdo a la norma técnica Sismorresistente E-030, puesto que las derivas se encuentran por debajo de lo permitido, que es de 0.007 para estructuras de concreto armado.

## ANEXOS 7: Ficha de recolección de datos: método de Benedetti y Petrini



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA OFELIA VELÁSQUEZ CON LA METODOLOGÍA BIM PARA DETERMINAR SU VULNERABILIDAD SÍSMICA, TARAPOTO-2021".

FICHA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO-METODO BENEDETTY PETRINI

Institución Educativa INSTITUCION EDUCATIVA OFELIA VELASQUEZ  
 Director : JULIO ARELLANO VELA  
 Dirección : Jr.ALFONSO UGARTE C-01  
 Nº de Módulos : 1      Nº de Pisos 3      Uso actual Sin Uso

CONCRETO ARMADO			
Nº	PARAMETRO	ELEMENTOS DE EVALUACION	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Vigas de amarre en sus plantas	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
		Año de construcción	<u>1938</u>
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Estado de los materiales	Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input checked="" type="checkbox"/>
		Proceso constructivo	Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Cantidad de columnas	C1:14 C2: 2 C3: 1
		Medidas de las columnas	0.45mX0.30m , D=0.25m , 0.25m x 0.25m
		Resistencia a la compresion concreto	199.56Kg/cm2 y 201.48 kg/cm2
		h:Altura de promedio de entrepiso(m)	3.00 m
		Ps:Peso del sistema resistencia(tn/m2)	
		Cortante resistente(Vr)	68.85 ton
4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Cortante basal(Vs)	112.01 ton
		Presencia de sales	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Presencia de filtraciones	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
		Discontinuidades abruptas	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
		Buena conexión diafragma-elemento vertical	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
		Deflexion del diafragma	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
6	CONFIGURACION EN PLANTA	Especificar los siguientes parametros a : 6.45m b : 0.00m L : 24.30m	
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Aumento o reduccion de masas o areas:.....	
		% T/H:.....	
		Piso blando:	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
8	CONEXIÓN MAXIMA ENTRE COLUMNAS	Irregularidad del S.R.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
		Conexión viga-columna:	Si
9	ELEMENTOS DE BAJA DUCTILIDAD	Columna menor a 25cm:	Si
		Altura de columna corta:	1.30m
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Altura de columna total:	3.00m
		Calificar con B(bueno),R(regular) y M(malo) según: Conexión al S.R:	
11	ESTADO DE CONSERVACION	Coniza y parapetos	<input type="checkbox"/> R
		Balcones y volados	<input type="checkbox"/> R
		Pequeños elementos	<input type="checkbox"/> R
11	ESTADO DE CONSERVACION	Estructuras de concreto armado en:	
		Buen estado	<input type="checkbox"/>
		Ligeramente dañado	<input checked="" type="checkbox"/>
		Mal estado de conservacion	<input type="checkbox"/>

### **6.1: Aplicación del método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.**

El método de índice de vulnerabilidad, inicia su aplicación en el país de Italia, identificando algunos parámetros importantes, a raíz de los terremotos que se venía dando por la naturaleza desde el año 1976. Ya en el año de 1982 con la finalidad de hacer las precisiones del análisis de una manera rápida y sencilla se han identificado de manera ordenada 11 parámetros, parámetros que se van a cuantificar y mediante procesos matemáticos se clasificará en rangos de vulnerabilidad. Así mismo en los últimos 15 años, este formulario de los 11 parámetros se ha ido modificando de acuerdo a los estudios de investigación.

El método de índice de vulnerabilidad contempla los parámetros siguientes: El estado de conservación, tipo de cubierta, elementos no estructurales, distancia máxima entre muros, configuración en planta, configuración en elevación, posición del edificio y cimentación, diafragma horizontal, resistencia convencional, calidad del sistema resistente y tipo y organización del sistema resistente. Y además verificar la calidad de los materiales para evaluar los parámetros de forma independiente en una escala numérica (Afectada por un Peso  $W_i$ , que refleja su importancia fundamental en el resultado final), proporciona una estimación numérica de la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios de concreto armado.

En el Caso de las edificaciones de concreto armado se toman tres calificaciones, las cuales se detallan en la Siguiete Tabla:

Escala numérica del índice de vulnerabilidad  $I_v$ , para las estructuras de hormigón armado, estas escalas ayudarán o reforzarán los cálculos y análisis de la estructura de una edificación, teniendo en cuenta el espectro de desempeño y el método directo formulada en los desplazamientos. Sin embargo, el método de índice de vulnerabilidad evalúa de manera rápida y con calculo matemáticos de fácil procedimiento, obtiene resultados certeros como realizar estudios con ensayos destructivos para determinar las propiedades dinámicas de las estructuras, cálculo de la rigidez mediante sistemas matriciales, determinar la capacidad de disipación de energía frente a un evento sísmico, la resistencia, etc.

**Tabla N°36:** Formulario para la evaluación de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>KiA</i>	<i>KiB</i>	<i>KiC</i>	<i>Wi</i>
1	Organización del Sistema Resistente	0	1	2	4
2	Calidad del Sistema Resistente	0	1	2	1
3	Resistencia Convencional	-1	0	1	1
4	Posición del Edificio y Cimentación	0	1	2	1
5	Diafragmas Horizontales	0	1	2	1
6	Configuración en Planta	0	1	2	1
7	Configuración en Elevación	0	1	3	2
8	Distancia Máxima entre Columnas	0	1	2	1
9	Elementos de Baja Ductilidad	0	1	2	1
10	Elementos no Estructurales	0	1	2	1
11	Estado de Conservación	0	1	2	1

**Fuente:** Benedetti y Petrini,1984.

Como se ha podido mostrar el formulario de parámetros para realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica ( $I_v$ ), para estructuras de concreto armado

Una vez analizada cada parámetro designándolo su clasificación desde A hasta la C, se aplica la siguiente formula de Índice de vulnerabilidad final:

$$I_v = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i * W_i) + 1}{34}$$

Por consiguiente, se descripción el procedimiento de cada parámetro que es el método del índice de vulnerabilidad. Se describe los parámetros indicando la condición de su calidad en su clasificación A, B y C.

Para identificar las clases A, B y C a cada uno de los parámetros como indica el formulario, se tuvo referencia lo que menciona metodología original, las indicaciones que se presenta en las normas técnicas peruanas, estudios realizados con anterioridad y las inspecciones oculares que se hizo en campo.

## **Parámetro 1.-Organización del Sistema Resistente**

En las estructuras de concreto armado, el uso y las consideraciones de la norma E-030 de diseño sismo- resistente es de vital importancia, pues dicho parámetro analiza las características del sistema resistente, básicamente analiza la organización de los elementos verticales, sin tener en cuenta la calidad del material. Por lo tanto, el parámetro 1, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

Concreto Armado:

A: Año de ejecución después del año 1997 ntp E-030 y asesoría técnica.

B: Año de ejecución antes del año 1997 ntp E-030 y asesoría técnica.

C: No hubo presencia de un profesional técnico.

## **Parámetro 2.-Calidad del Sistema Resistente**

En edificaciones de concreto armado se determina de una forma similar la calidad del sistema resistente, teniendo en cuenta la calidad de los materiales usados en obra que tuvo en el momento del proceso constructivo, o sino la calidad del personal técnico en su verificación o fiscalización a la calidad de los materiales que se usaron según el cumplimiento de las normas técnicas.

Concreto Armado:

A: Año de ejecución después del año 1997 ntp E-030, materiales de calidad y proceso constructivo según norma técnica.

B: Año de ejecución antes del año 1997 ntp E-030, materiales de calidad y proceso constructivo según especificaciones técnica.

C: Construcción con materiales de baja calidad y deficiencia del control en el proceso constructivo.

### Parámetro 3.-Resistencia Convencional

Para evaluar las estructuras de concreto armado requiere del cálculo del coeficiente "αh", que representa la relación entre la fuerza resistente "Vr" y la fuerza de diseño o cortante actuante "Vs" mediante las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{V_r}{V_s}$$

La Vs: es la cortante basal de la estructura, y se calcula según la norma Sismorresistente E-030. Mientras el cortante resistente Vr: se calcula mediante la fórmula:

$$V_r = \sum_{t=1}^n t$$

Donde t: es el aporte de la cortante por cada columna calculada de la edificación y se calculara mediante la fórmula:

$$t = \varphi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde

f'c= es la resistencia máxima a la compresión del concreto en Kg/cm2.

b, d=Es la base y altura efectiva de la columna en el sentido de análisis.

Para estructuras de Concreto Armado su clasificación es:

A: Si  $\alpha h \leq 1.2$

B: Si  $0.60 \leq \alpha h \leq 1.2$

C: Si  $\alpha h < 0.60$

#### **Parámetro 4.-Posicion del edificio y cimentación**

Con este parámetro se va a evaluar mediante una simple inspección ocular de manera rápida y sencilla las características e influencias del terreno y de la sub estructura, la reacción o comportamiento de estas. Y para evaluar dichos aspectos se debe tener en cuenta la pendiente de terreno donde se encuentra ubicada la estructura, la ubicación de la cimentación respecto a sus diferentes alturas, identificar los posibles empujes de terreno con muros de contención o de gravedad, la presencia de humedad, etc.

Concreto Armado:

A: La estructura del módulo "1" se encuentra sobre un suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismorresistente E-030.

B: La estructura del módulo "1" se encuentra sobre un suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismorresistente E-030. Presencia de sales y humedad.

C: La estructura del módulo "1" sin proyecto sustentado ni dirección técnica, se tiene presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada.

#### **Parámetro 5.-Diafragma horizontal**

La calidad de los diafragmas tanto en edificaciones de concreto armado tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Que el diafragma funcione como tal, permitiría que la fuerza sísmica se distribuya en cada nivel proporcional a los elementos resistentes.

Concreto Armado:

A: La estructura de losa aligerada cumple con las condiciones:

-No presenta desniveles



-La deformación de la losa rígida es despreciable.

-Presenta adecuada transmisión de cargas verticales y horizontales.

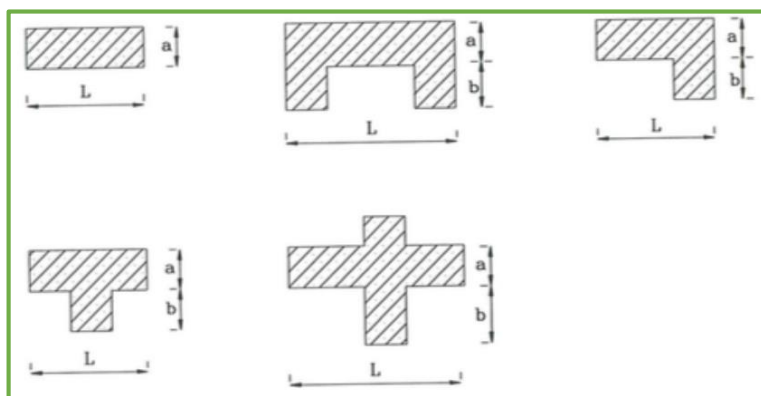
B: Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C: Edificio cuyas lozas aligeradas no cumplen con dos de las condiciones de la clase A.

### Parámetro 6.-Configuración en planta

La geometría en determinada planta de una edificación es relevante frente a un movimiento sísmico en ambas direcciones. En el caso de estructuras de plantas rectangulares es significativa la razón  $\beta_1 = a/L$  entre las dimensiones del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las irregularidades del cuerpo principal mediante la relación  $\beta_2 = b/L$ .

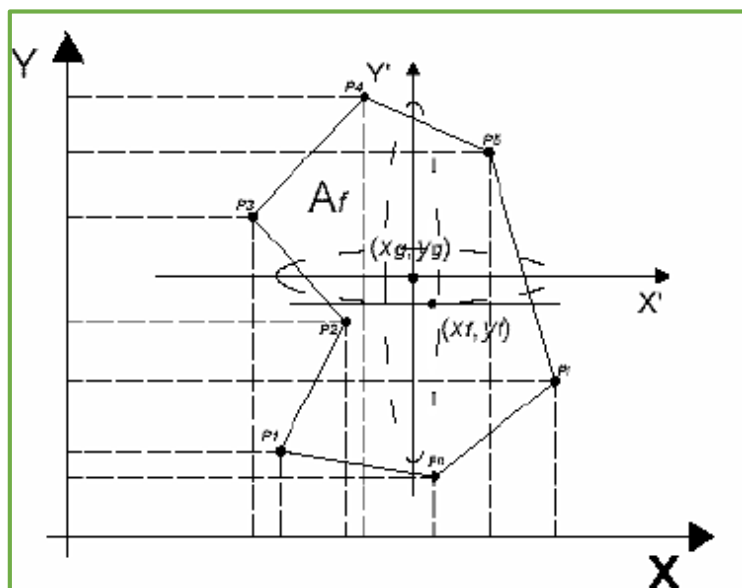
Figura N°27: Parámetro evaluador de la configuración en planta



Fuente: Yépez Moya, Barbat, & Canas, 199

El método determina realidad física, su geometría rectangular, con irregularidades de adición y sustracción, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y castigando las secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

**Figura N°28:** Centro de masa y centro de rigidez



Fuente: Yépez Moya, Barbat, & Canas, 199

Sean \$P\_1, P\_2, \dots, P\_i, \dots, P\_n\$, los puntos de la forma geométrica correspondientes a las coordenadas \$(x\_1, y\_1), (x\_2, y\_2), \dots, (x\_i, y\_i), \dots, (x\_n, y\_n)\$, que definen la planta de cada edificio. El centroide o centro de gravedad \$(x\_g, y\_g)\$ se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

En donde \$A\_i\$, son áreas parciales auxiliares de la figura que sirven para obtener el centro de gravedad y se obtienen de multiplicar \$x\_i \* y\_i\$. Se calcula, además, un valor medio de los puntos más alejados de la figura en donde cruza una línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad, en donde, \$X\_{min}, X\_{max}, Y\_{min}\$ y \$Y\_{max}\$, corresponden a los valores de los puntos \$P\_{xmin}, P\_{xmax}, P\_{ymin}\$ y \$P\_{ymax}\$, respectivamente, para estructuras de concreto armado y mampostería no reforzada.

$$x_m = \frac{Px_{min} + Px_{max}}{2}$$

$$y_m = \frac{Py_{min} + Py_{max}}{2}$$

Una vez calculados estos valores se sustituyen en las ecuaciones, con lo que se obtienen los valores de la regularidad en las direcciones “x” e “y” de la estructura (Xm e Ym). El valor máximo obtenido, permitirá determinar el parámetro 6.

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2} * |x_{max} - x_{min}|}$$

$$IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2} * |y_{max} - y_{min}|}$$

Para estructuras de Concreto Armado los rangos se establecen de la siguiente manera:

A: Si  $IR \leq 0.25$

B: Si  $0.25 \leq IR \leq 0.75$

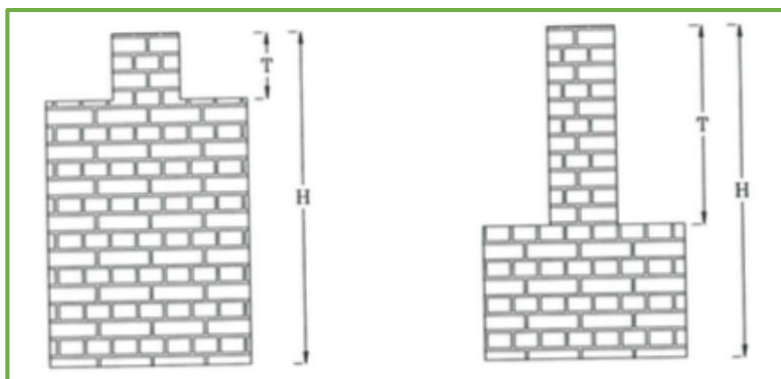
C: Si  $IR \geq 0.25$

### **Parámetro 7.-Configuracion en elevación**

En el caso de edificaciones de concreto armado, se reporta la variación de masa en porcentaje  $\pm \Delta MM$  entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas  $\pm \Delta A/A$ , evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable. Por lo tanto, la evaluación de este parámetro se realiza

utilizando la variación de la altura en el edificio, es decir los valores de la altura mínima (obtenida de  $H-T$ ) y máxima del edificio ( $H$ ), y el valor  $RL$  es la relación entre las dos alturas o altura promedio del edificio. Para el caso de edificios de concreto armado, se tendrá en cuenta lo siguiente:  $RL = (H - T)/H$

**Figura N°29:** Parámetro evaluador de la configuración en elevación



**Fuente:** Yépez Moya, Barbat, & Canas, 1997

Para estructuras de concreto armado.

A: Si  $RL > 0.66$

B: Si  $0.33 < RL \leq 0.66$

C: Si  $RL \leq 0.33$  ;Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

### **Parámetro 8.-Distancia máxima entre muros o columnas**

Para el caso de edificaciones de concreto armado, la máxima distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción. En base a estos postulados se calificará dicho parámetro.

Concreto Armado:

A: Conexión de elemento tipo viga-columna es correcta o el ancho de columna es mayor al ancho de la base de la viga

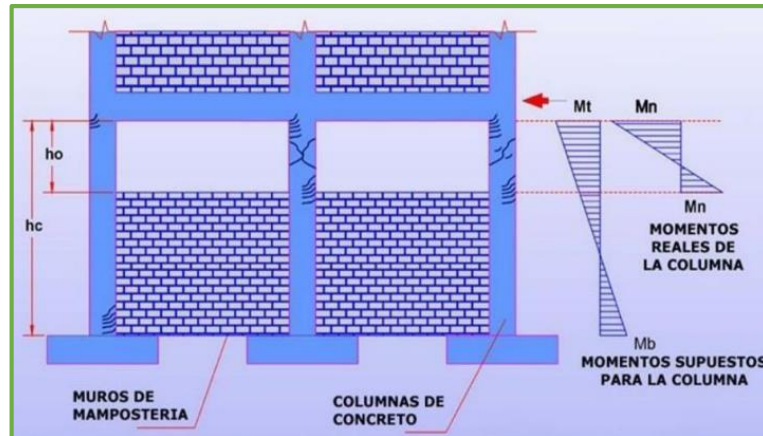
B: No corresponde a A ni a C.

C: Conexión discontinua entre viga y columna, discontinuidad entre columnas entre pisos, rectangular a cuadrada, columna menor que el ancho de viga.

## Parámetro 9.-Elementos de baja ductilidad

Para el caso de edificaciones de concreto armado se tiene en cuenta la capacidad de corte de los muros con las columnas para resistir fuerzas sísmicas. Como se indica en la Figura N°30

Figura N°30: Idealización de la falla por columna corta



Fuente: Soto,2006

Y para estructuras de Concreto Armado se designa de la siguiente manera:

A: Carece de columnas cortas.

B: Cuando la columna corta tiene una altura ( $h_o$ ), mayor que la mitad de la altura total de la columna ( $h_c$ )

$$h_o > \frac{h_c}{2}$$

C: Cuando la columna corta tiene una altura ( $h_o$ ), menor a la mitad de la altura total de la columna ( $h_c$ ).

$$h_o < \frac{h_c}{2}$$

## **Parámetro 10.-Elementos no estructurales**

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daño. Se trata de un parámetro secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad.

Concreto Armado:

A: Que cumplan con la clase A y B de mampostería

Mampostería.

A\*: Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

B\*: Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B: Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.

C: Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectados a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a esta de modo deficiente.

## **Parámetro 11.-Estado de conservación**

Este parámetro, se califica de manera visual la presencia de desperfectos internos de la estructura, así como posibles irregularidades debido a fallas en el proceso constructivo, así como también la antigüedad de las edificaciones, el detalle para cada tipología se presenta a continuación.

Y para estructuras de Concreto Armado:

A: Bueno

B: Ligeramente dañado

C: Mal estado de conservación

## **6.2: Cálculos de índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini:**

Los 11 parámetros planteados por el método de Benedetti – Petrini, son suficientes para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Ofelia Velásquez– Tarapoto.

El coeficiente de eso  $W_i$  que tiene cada uno de los 11 parámetros del método mencionado, refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente.

Las instrucciones que presenta el método para asignar una de las Clases A, B, C, fueron adaptadas dichos parámetros para Perú que se encuentran en el marco teórico.

A = Vulnerabilidad Baja.

B = Vulnerabilidad Media y C = Vulnerabilidad Alta

### **Parámetro 1 – Organización del Sistema Resistente:**

Consideramos lo siguiente:

A: Año de ejecución después del año 1997 ntp E-030 y asesoría técnica.

B: Año de ejecución antes del año 1997 ntp E-030 y asesoría técnica.

C: No hubo presencia de un profesional técnico.

Descripción: Según al cronograma de actividades para la realización de este proyecto, iniciamos visitando al director de la institución, por la cual se obtuvo la siguiente información, la edificación del módulo “1” tiene la misma edad que el

módulo 2 y 3, sin embargo, las oficinas, laboratorio, almacén, OV, han sido construidas posteriormente, de acuerdo a la demanda de los estudiantes, se fueron acomodando los ambientes. Asimismo, el módulo 1, fue ampliado el tercer nivel.

**Tabla N°37:** Determinación de la Organización del Sistema Resistente

MÓDULO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CALIFICACIÓN SEGÚN PARÁMETRO
1	1958	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Como se puede observar, la infraestructura educativa, fue construida en el año de 1997 con asesoría técnica, pero sin una norma que predomine su diseño. Si bien es cierto la norma técnica Sismorresistente E-030 yace de sus inicios desde el año de 1963, teniendo claro que la primera norma se oficializó en el año de 1977. Veinte años más tarde, cuando el Ing. Julio Kuroiwa bajo su presidencia la tercera norma peruana sismo resistente E-030 fue modificada e incorporada nuevos aspectos sismo resistentes, como es de: 1. Que la edificación resista sismos leves sin daños, 2. Que la estructura resista sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves y 3. Que la estructura pueda resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación. A partir de este momento, las edificaciones en referencia a los centros educativos y viviendas en generales se debía considerar los criterios Sismorresistente que la norma proporcionaba. Es por esta razón que edificación se clasifica en el Ítems “B”, porque fue construido sin tener en cuenta los parámetros sísmicos que hoy existen.

### **Parámetro 2 – Calidad del Sistema Resistente**

Se Consideró lo siguiente:

A: Año de ejecución después del año 1997 ntp E-030, materiales de calidad y proceso constructivo según norma técnica.



B: Año de ejecución antes del año 1997 ntp E-030, materiales de calidad y proceso constructivo según especificaciones técnicas.

C: Construcción con materiales de baja calidad y deficiencia del control en el proceso constructivo.

**Tabla N°38:** Determinación de la Calidad del Sistema Resistente

MÓDULO	CALIDAD	CALIFICACIÓN SEGÚN PARÁMETRO
1	Construcción con materiales de baja calidad y deficiencia del control en el proceso constructivo.	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Descripción: De acuerdo a la entrevista que se hizo al director, y las indagaciones que se realizó en campo, se pudo determinar que no hubo un control de supervisión al contratista y como consecuencia de ello en campo se pudo verificar que los elementos estructurales y no estructurales existentes se encuentran en estado deteriorado. Salvo así que no parecen porque las estructuras tienen innumerables capas de pinturas y matices, de acuerdo a los años pasados. Para así mantener el ornato de la estructura.



**Figura N°31:** Vista de los Elementos Estructurales.



**Figura N°32:** Vista de inspección de los Muros de Albañilería

Esta figura, muestra la calidad de ejecución y su mano de obra, sin una supervisión alguna, donde claramente se puede ver que los muros de albañilería solo están adosados a los elementos resistentes, poniéndolo así en una situación vulnerable en una zona de alta peligrosidad sísmica, y vulnerando los riesgos sísmicos.



**Figura N°33:** Vista de desprendimiento de concreto en borde de viga.

Descripción: en la Figura N° 33 se puede observar claramente, en el borde de la viga, el deterioro o desprendimiento del tarrajeo, debido a la presencia de humedad por las lluvias en la zona, y el motivo del desprendimiento es la disminución de la sección de acero debido a la corrosión.



**Figura N°34:** Vista de deficiencia de anclaje de muro con columna

### **Parámetro 3 – Resistencia Convencional**

Consideramos: Este parámetro reúne las condiciones para realizar los análisis de cortante basal.

A: Si  $\alpha h \leq 1.2$

B: Si  $0.60 \leq \alpha h \leq 1.2$

C: Si  $\alpha h < 0.60$

Este parámetro, básicamente se va recopilar haciendo los cálculos sobre las columnas del módulo 1 de tres pisos. Teniendo en cuenta que la edificación tiene sistema aporticado. Para el cálculo se ha utilizado la fórmula de resistencia a la cortante de las columnas de Concreto Armado: Y para ello se debe conocer las secciones de todos los elementos estructurales y no estructurales de la edificación.

$$t = \varphi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Si  $\varphi = \text{Factor de reduccion de capacidad}$

$$\varphi = 0.85$$

$$\varphi Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

Tenemos la siguiente tabla:

**Tabla N°39:** Determinación de la Cortante Resistente

<b>MÓDULO "1"</b>				
<b>Tipo de Columna</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>b x d</b>	<b>Vr</b>
Rectangular 1	8	45	1230	64,239.11
Rectangular 2	1	27	575	3,753.81
Circular	3	D=25	65.97	861.40
<b>Total (Vr) =</b>				<b>68.85 ton</b>

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

El cortante resistente es **Vr = 68.85 ton**

- ✓ Peso Específico del Concreto es de 2.4 Ton/m<sup>3</sup>
- ✓ Resumen de Parámetros Sísmicos según la E.030
- ✓ Zona 3
  - Factor de Zona: Z = 0.35
- ✓ Factor de Uso:
  - U = 1.5 Edificación Esencial (A)
- ✓ Factor de Amplificación del Suelo:
  - S2 = 1.50 Suelo Intermedio
  - Tp = 0.60 seg.
  - TL = 2.00 seg.
- ✓ Factor de Reducción Sísmica :
  - Ro = 8 Pórticos de Concreto Armado  
Según la tabla N°07: Sistemas estructurales, de la norma técnica Sismorresistente E-030, indica que para pórticos de concreto armado le corresponde un valor de 08.
  - Irregularidad en Altura la = 1 Regular
  - Irregularidad en Planta lp = 1 Regular

Coeficiente de Reducción:

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p = 8$$

Altura de la Edificación es de  $h_n = 9.90$  m

Para el periodo fundamental de vibración  $T = H_n / C_t$ ,  $H_n$ : Altura del edificio, y para  $C_t$ : Según el sub ítems 28.4.1 del Artículo 28 de la norma E-030 en Análisis Estático o Fuerzas estáticas equivalentes, indica que se debe tomar el valor de 35, porque la estructura en análisis, no cuenta con muros de corte, o muros portantes o albañilería reforzada, o muros con ductilidad limitada.

$$C_t = 35$$

Según el artículo 14 de la norma E-030

Si

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$\text{Entonces } T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{9.90}{35} = 0.283$$

Entonces:  $T = 0.283 < 0.60$

Por lo tanto:  $C = 2.5$

Tenemos el Peso del Módulo "1"

**Tabla N°40:** Peso total de la estructura existente

DESCRIPCION	NIVELES	PESO ton
Columnas	1°, 2° y 3°	49.88
Vigas (VP, VS, VB)	1°, 2° y 3°	87.37
Losa Aligerada+CL	1°, 2° y 3°	223.58
Albañilería	1°, 2° y 3°	94.34
<b>Sumatoria Total</b>		<b>455.17 ton</b>

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Calculamos la Cortante basal:

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$
$$V = \frac{0.35 * 1.5 * 2.5 * 1.50}{8} * 455.17$$

Cortante Basal o Cortante Actuante "Vs":

$$V = V_s = \mathbf{112.01 \text{ ton}}$$

Calculamos la Cortante Resistente:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Como se indica en la tabla anterior.

Columna Rectangular 1 :8 und

Columna Rectangular 2 :1 und

Circular :2 und

Sección de C-1 : 30 cm X 45 cm

Sección de C-2 : 25 cm x 27 cm

Sección de Circular : 25 cm

D1 :45-4=41 cm

D2 :27-4=23 cm

Dc :21 cm

Entonces en valor de la Cortante Resistente:

$$\alpha h = \frac{V_r}{V_s}$$

$$\alpha h = \frac{68.85}{112.01}$$

$$\alpha h = 0.615$$

El Valor  $\alpha h$  es superior a 0.60 e inferior a 1.2 por esta razón se ha determinado que el coeficiente se clasifica en “B”.

#### **Parámetro 4 – Posición del Edificio y Cimentación**

Consideramos:

A: La estructura del módulo “1” se encuentra sobre un suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismorresistente E-030, con pendiente cero.

B: La estructura del módulo “1” se encuentra sobre un suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismorresistente E-030. Presencia de sales y humedad.

C: La estructura del módulo “1” se encuentra en un suelo intermedio o flexible, construido sin dirección técnica, el suelo no presenta sales ni humedad y tiene pendiente pronunciada.

El módulo “1” según el estudio de mecánica de suelo que se realizó, se encuentra cimentada en un tipo de Suelo de Perfil S2, la cual según la norma técnica sismo resistente E-030 corresponde a un suelo intermedio o flexible, y teniendo en cuenta la inspección que se realizó al momento de perforar el suelo, no se tuvo presencia de napa freática y humedad, ni sales, pero sin embargo se encuentra en un terreno con una pendiente pronunciada. Según como se muestra en las imágenes.



**Figura N°35:** Vista del Interior del módulo “1” en la I.E Ofelia Velásquez.

**Tabla N°41:** Determinación de la Posición y Cimentación

DESCRIPCION	MÓDULO "1"
Uso del RNE	No
Presencia de sales	No
Presencia de Napa Freática	No
Presencia de Pendiente Pronunciada	Si
Calificación según los parámetros.	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

El edificio, se encuentra posicionado en un lugar estable, donde el suelo es firme según los estudios de mecánica de suelos y topográficos, dando como resultado la tabla N°41

### **Parámetro 5 – Diafragma Horizontal**

En referencia a este parámetro podemos considerar lo siguiente:

A: La estructura de losa aligerada cumple con las condiciones:

- No presenta desniveles
- La deformación de la losa rígida es despreciable.
- Presenta adecuada transmisión de cargas horizontales a verticales.

B: Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C: Edificio cuyas losas aligeradas no cumplen con dos de las condiciones de la clase A.

Las clasificaciones se han dado de acuerdo a la realidad física de la edificación y según el reglamento E-030 Sismorresistente.





**Figura N°36:** Vista de los elementos de tipo viga-columna.

Se puede observar la verificación de los elementos estructurales en el corredor del segundo piso. Así como también se están tomando las medidas respectivas para el dibujo de los planos arquitectónicos, y de esta manera tener el registro para el ingreso al programa Etabs.

**Tabla N°42:** Determinación del Diafragma Horizontal

DESCRIPCION	MÓDULO "1"
Losa aligerada	Si
Tipo de cobertura	Liviana
Discontinuidades en diafragmas	Una sola Dirección
Correcta conexión Diafragma con elementos estructurales	Si
Asentamiento o desplazamiento en diafragma rígido.	No
Clasificación según parámetro	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

En consideración a la norma peruana Sismorresistente E-030, la conexión del diafragma rígido o losa aligerada con elementos estructurales tipo viga principal está correctamente adherido o empotrados entre sí, considerando las áreas circundantes infinitamente rígidos. Las losas aligeradas han sido analizadas como elementos tipo thin, teniendo en cuenta las deformaciones dentro y fuera del plano, su modelación y obtención de la deformada espacial de muros o lozas resistentes a momentos, cortes y fuerzas axiales.

## Parámetro 6 – Configuración en Planta

A: Estructura con  $\beta_1 \geq 0.25$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$

B: Estructura con  $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.25$

C: Estructura con  $0.4 > \beta_1$  ó  $0.25 < \beta_2$

Una vez realizada la inspección ocular en campo, se procedió hacer los cálculos correspondientes para determinar la configuración en planta, de acuerdo a los centros de masa y centros de rigideces en todos los entresijos de acuerdo a la configuración en planta y configuración en elevación y los resultados posteriormente se determinarán de acuerdo a los parámetros planteados en el método de índice de vulnerabilidad.

**Tabla N°43:** Determinación de la Configuración en Planta

ITEMS	DESCRIPCION	MÓDULO "1"
1	Configuración en planta	Si
2	Forma Rectangular	Si
3	Independiente de escalera	Si
4	Independiente de otros módulos	Si
5	Clasificación según parámetro	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Según los rangos del parámetro de configuración en planta, el módulo "1" en estudio de investigación que se muestra en la Figura N°41 el valor de  $a=6.45\text{m}$  y el valor de  $L=24.30\text{m}$ , generando un valor de  $B_1=a/L$  equivalente a  $0.27$ , y por otro lado el valor de  $b=0$  y  $L=24.30\text{m}$ , entonces  $B_2=b/L$ , generando un valor de "0". Clasificándolo en el tipo "A".

$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

$$\beta_1 = \frac{6.45}{24.30}$$

$$\beta_1 = 0.27$$

$$\beta_2 = \frac{b}{L}$$

$$\beta_2 = \frac{0}{24.30}$$

$$\beta_2 = 0$$

Como se puede verificar en las imágenes, la forma geométrica es de tipo rectangular, acomodándose a la primera clasificación según los cálculos realizados.

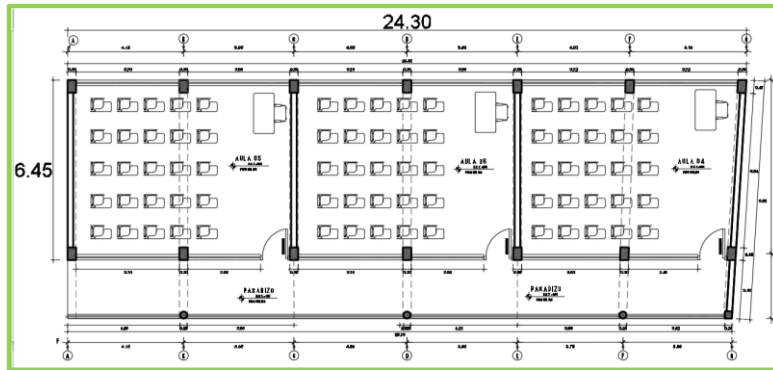


Figura N°37: Valores laterales en la Configuración en planta del módulo "1".

Como se puede observar en la Figura N°37, el plano de arquitectura de la primera planta, distribuidas en ambientes que operan como aulas académicas, Aula 1,2 y 3, y para la aplicación de este parámetro se debe conocer las medidas del largo y ancho del módulo n°01, Ya de esta manera poder aplicar en las fórmulas planteadas por el método de Índice de Vulnerabilidad aplicada en estructuras de concreto armado.



Figura N°38: Vista en elevación - Geometría regular.

### Parámetro 7 – Configuración en Elevación

Para este parámetro se verifica la relación que existe las diferencias de altura en las elevaciones de la estructura, para tener en cuenta la variación que tiene su centro de masa y su centro de rigidez. Y para ello tenemos los rangos de análisis, para su clasificación dentro de los parámetros del método de índice de vulnerabilidad.

A: Si  $RL > 0.66$

B: Si  $0.33 < RL \leq 0.66$

C: Si  $RL \leq 0.33$ , Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Teniendo en cuenta las áreas de entrepiso de cada nivel, según el cálculo realizado, pues estos no varían, así como se detalla en la Tabla N°43. Si el valor de “T” la distancia de irregularidad es cero “0” y el valor de “H” altura total es 10.70m, según la clasificación de rangos, corresponde al tipo “A”, donde indica que es una estructura que no presenta variación relevante en el sistema resistente entre los pisos consecutivos.

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

$$RL = \frac{10.70 - 0}{10.70}$$

$$RL = 1$$

Y en consideración a su geometría en altura, el valor de T es igual a cero, otorgándole un valor en la parte alta insignificante.

**Tabla N°44:** Cuadro de Resumen de áreas de entrepiso

NIVELES DE ENTREPISO	AREAS DE ENTREPISO(M2)
1° Piso	205.53
2°Piso	205.53
3° Piso	205.53
Clasificación según parámetro	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Los diafragmas rígidos en todos sus niveles son de la misma área, su configuración en planta es regular y también su configuración en elevación.

**Tabla N°45:** Determinación de la Configuración en Elevación

DESCRIPCION	MÓDULO “1”
Diferencia entre alturas	Regular
RL	1
Clasificación según parámetro	A

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Los extremos de las estructuras no se recortan, puesto que son regulares geoméricamente en todas sus direcciones.



**Figura N°39:** Configuración en elevación del módulo “1”

### Parámetro 8 – Distancia Máxima entre Elementos Resistentes

A: Conexión de elemento tipo viga-columna es correcta o el ancho de columna es mayor al ancho de la base de la viga

B: No corresponde a A ni a C.

C: Conexión discontinua entre viga y columna, discontinuidad entre columnas entre pisos, rectangular a cuadrada, columna menor que el ancho de viga.

**Tabla N°46:** Determinación de la distancia máxima entre columnas

MÓDULO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CALIFICACIÓN SEGÚN PARÁMETRO
1	1958	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Si bien es cierto, la continuidad de los elementos resistentes como columnas deben ser continuas desde el primer nivel hasta el último, o si no nacer desde el primer nivel y terminar en cualquier de los niveles, pero no es correcto que se construya columnas sobre las vigas secundarias o principales, así como se ve en la Figura.



**Figura N°40:** Vista de Elementos resistentes de Viga-Columna

Claramente en la Figura 40 se puede observar que el ancho de la base de la viga principal es mucho mayor al diámetro de la columna tipo circular, resultando vulnerable ante un sismo.

### Parámetro 9 – Elementos de baja ductilidad

#### Para estructuras de concreto armado

A: Carece de columnas cortas.

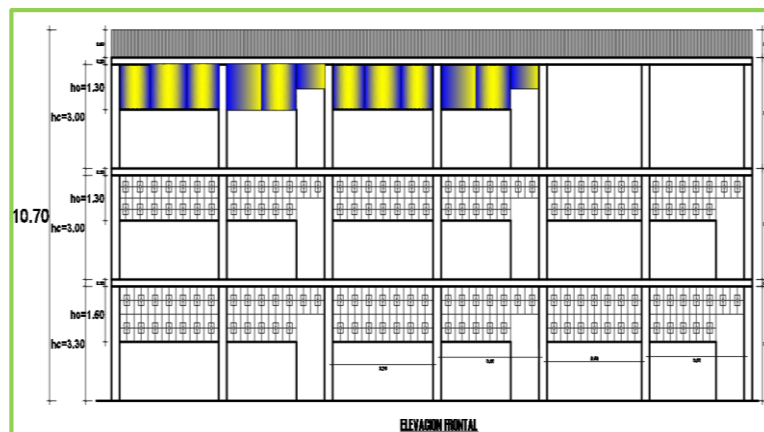
B: Cuando la columna corta tiene una altura ( $h_o$ ), mayor que la mitad de la altura total de la columna ( $h_c$ )

$$h_o > \frac{h_c}{2}$$

C: Cuando la columna corta tiene una altura ( $h_o$ ), menor a la mitad de la altura total de la columna ( $h_c$ )

$$h_o < \frac{h_c}{2}$$

Realizamos los cálculos: Según como indica la Figura



**Figura N°41:** Vista del alfeizar y alturas de entpiso.

Como se puede observar en la imagen N°41, que no existe junta de dilatación en los muros de albañilería, para evitar la transmisión de fluencia hacia los elementos estructurales.



**Figura N°42:** Presencia de Columna corta en el segundo nivel



**Figura N°43:** Presencia de Columna corta en el tercer nivel

En todos los muros del módulo “1” existen columnas cortas, esta patología, es muy común en las edificaciones construidas antes de las normas de Sismorresistente E-030, puesto que los procesos constructivos se verían más sencillos de construir y más económico, pero sin embargo se desconocía que este tipo de proceso constructivo es vulnerable en lugares donde existe densidad de personas, y la norma actualizada después de 1997, ya lo recomendaba y exigía en su construcción.

Para efectos de cálculo se toma el más crítico dentro de la edificación, así que

tomamos el tercer nivel donde  $H_c=3.00\text{m}$  y  $h_o=1.3\text{m}$  entonces

$$h_o < \frac{h_c}{2}$$

$$1.30 < \frac{3.00}{2}$$

$1.30 < 1.5$  es correcto.

**Tabla N°47:** Determinación de Elementos de baja ductilidad

DESCRIPCION	MÓDULO "1"
Tipo de cubierta nivel 1	Aligerado
Tipo de cubierta nivel 2	Aligerado
Tipo de cubierta nivel 3	Calamina
Presenta columna corta en el nivel 1	SI
Presenta columna corta en el nivel 2	SI
Presenta columna corta en el nivel 3	SI
Clasificación según parámetro	C

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

### Parámetro 10 – Elementos No Estructurales

A: Estructuras que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente

B: Edificio con muros de albañilería mal conectados al sistema resistente.

C: Cualquier tipo de estructura, construido en la cobertura de la edificación, como tanque de agua.





**Figura N°44:** Elementos No Estructurales

En el módulo “1”, tercer nivel se puede observar el muro juntado a las columnas de manera inadecuada, puesto que estos elementos no portantes o no estructurales, no pueden soportar cargas sísmicas en sus diferentes direcciones, debido a que su construcción fue a destiempo y sin cumplir con el reglamento de albañilería. Por esta razón su clasificación es la B, porque los elementos estructurales se encuentran correctamente conectados al sistema resistente.

**Tabla N°48:** Determinación de Elementos no estructurales

DESCRIPCION	MÓDULO “1”
Muros no estructurales mal conectados	SI
Clasificación según parámetro	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

### **Parámetro 11 – Estado de Conservación**

A: Elementos estructurales y no estructuras se encuentran en buen estado, que no presentan fisura o grietas.

B: Ligeramente en mal estado

C: Los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en mal estado de conservación.

Este parámetro se relaciona precisamente a la conservación de la infraestructura, como se observa en las imágenes la infraestructura se encuentra en estado de abandono, porque los estudiantes no están asistiendo a clases, debido a la pandemia. Así mismo los presupuestos destinados a mantenimientos de las instituciones educativas públicas se distribuyen de manera distribuida.



**Figura N°45:** Desprendimiento de concreto en viguetas.

Como se puede observar en la imagen N°45, existen pequeñas fisuras superficiales en el fondo de losa del cielorraso, pues a su vez estos defectos pudieron haber sido producido por la forma del proceso constructivo, o la calidad de los materiales, o si bien ha sido bien construido, fue afectada por agentes externos como lluvias, dando lugar a la oxidación de los aceros interiores, así dando lugar a la vulnerabilidad de la estructura.



**Figura N°46:** Deterioro de viga de borde



**Figura N°47:** Junta cero en separación de edificio.

Como se puede observar en la imagen N°47, la junta cero, entre los dos bloques, resultando así la vulnerabilidad de los bloques, la norma Sismorresistente exige una junta de separación, para que haya desplazamiento lateral en sus ambas direcciones y pueda mantenerse en su estado elástico. El reglamento nacional de edificaciones indica sobre tener juntas ceros en alturas determinadas con otras edificaciones.



**Figura N°48:** Desprendimiento de concreto en vigas secundarias.

Como se puede observar la edificación analizada presenta ligeros daños, en elementos estructurales y no estructurales, por lo tanto, se clasifica en el tipo "B".

**Tabla N°49:** Determinación del Estado de Conservación

DESCRIPCION	MÓDULO "1"
Elementos Estructurales y no estructuras en estado de deterioro ligeramente	SI
Clasificación según parámetro	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

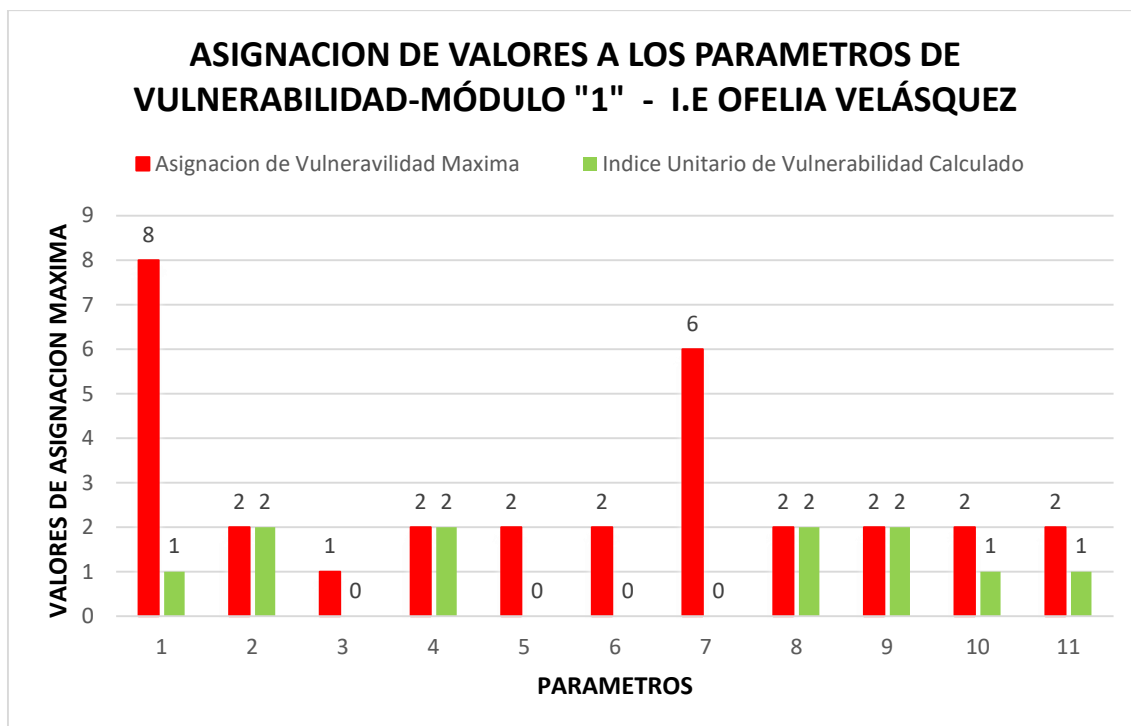
### Cálculo de Índice de Vulnerabilidad

Para poder determinar los valores, se presenta la tabla de resumen de clasificación de los parámetros en el módulo "1".

**Tabla N°50:** Resumen General de la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la I.E. Ofelia Velásquez, por el Método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti - Petrini.

ITEMS	Parámetro	KiA
1	Organización del Sistema Resistente	B
2	Calidad del Sistema Resistente	C
3	Resistencia Convencional	B
4	Posición del Edificio y Cimentación	C
5	Diafragmas Horizontales	A
6	Configuración en Planta	A
7	Configuración en Elevación	A
8	Distancia Máxima entre Columnas	C
9	Elementos de Baja Ductilidad	C
10	Elementos no Estructurales	B
11	Estado de Conservación	B

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.



**Gráfico N°01:** Asignación de valores a los parámetros de vulnerabilidad.

Posteriormente se realiza la evaluación de vulnerabilidad siguiendo los lineamientos de la siguiente tabla.

Estos valores han sido estudiados científicamente, de manera experimental en edificio desplomados después de los terremotos en Italia. Y paulatinamente se han ido perfeccionando de acuerdo a los sismos en diferentes ciudades del mundo, Asimismo debe mencionar que aún existen proyectos de investigación que continúan los estudios, pero sin embargo las instituciones pertinentes han descartado en muchas veces posibilidades de desastre, como lo ocurrido recientemente en pisco, instituciones educativas recientemente construidas han sido vulnerados y destruidos por el sismo, dando lugar a grandes pérdidas económicas para el estado, y es así que en múltiples construcciones a nivel del Perú han sido construidas de manera rudimentaria, aun teniendo la norma técnico teniendo una supervisión ineficiente en el proceso constructivo. Pero sin embargo en países desarrollados como los EEUU adoptan nuevas normas aplicables en sus construcciones, debido a que las zonas ubicadas son consideradas de alta sismicidad, por la presencia del cinturón de fuego.

**Tabla N°51:** Escala numérica del Índice de Vulnerabilidad por Benedetti - Petrini para estructuras de concreto armado.

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>KiA</i>	<i>KiB</i>	<i>KiC</i>	<i>Wi</i>	<i>Wi</i>
1	Organización del Sistema Resistente	0	1	2	4	4
2	Calidad del Sistema Resistente	0	1	2	1	2
3	Resistencia Convencional	-1	0	1	1	0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0	1	2	1	2
5	Diafragmas Horizontales	0	1	2	1	0
6	Configuración en Planta	0	1	2	1	0
7	Configuración en Elevación	0	1	2	2	0
8	Distancia Máxima entre Columnas	0	1	2	1	2
9	Elementos de Baja Ductilidad	0	1	2	1	2
10	Elementos no Estructurales	0	1	2	1	1
11	Estado de Conservación	0	1	2	1	1

Fuente: Benedetti y Petrini 1984

**Tabla N°52:** Evaluación del Índice de Vulnerabilidad por Benedetti - Petrini en el Módulo "1"

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>KiA</i>	<i>KiB</i>	<i>KiC</i>	<i>Wi</i>	<i>K*Wi</i>
1	Organización del Sistema Resistente	0	1	0	4	4
2	Calidad del Sistema Resistente	0	0	2	1	2
3	Resistencia Convencional	0	0	0	1	0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0	0	2	1	2
5	Diafragmas Horizontales	0	0	0	1	0
6	Configuración en Planta	0	0	0	1	0
7	Configuración en Elevación	0	0	0	2	0
8	Distancia Máxima entre Columnas	0	0	2	1	2
9	Elementos de Baja Ductilidad	0	0	2	1	2
10	Elementos no Estructurales	0	1	0	1	1
11	Estado de Conservación	0	1	0	1	1
<b>Σ SUMATORIA</b>						<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Una vez calculada los valores según los once parámetros, se procede a aplicar la fórmula de índice de vulnerabilidad sísmica.

$$I_v = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i * W_i) + 1}{34}$$

$$I_v = 100 * \frac{(14) + 1}{34}$$

$$I_v = 100 * \frac{(15)}{34}$$

$$I_v = 44.118$$

Realizando una Interpolación Lineal:

**Tabla N°53:** Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Propia de la edificación.

INTERPOLACION LINEAL		INDICE DE VULNERABILIDAD
Rango C°A°	Rango Normalizado	Iv
0	0	
Iv=44.12	X	X = 46.88
94.12	100	

**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores.

Para determinar el valor de "X" se realiza una interpolación lineal, donde intervienen valores de Yo, Xo, Y, X, Y1 Y y2. Donde de aplica la siguiente formula

$$Y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \right) * (x - x_0)$$

Despejando el valor de X

$$44.12 = 0 + \left( \frac{94.12 - 0}{100 - 0} \right) * (x - 0)$$

$$X=46.88$$

En el rango que evalúa según el método de índice de vulnerabilidad desde 0 a

94.12 para estructuras de concreto armado, y posteriormente se procede a normalizar el índice de vulnerabilidad (Ivn), en el rango que va desde 0 a 100, y de esta manera se podrá determinar si la edificación es de vulnerabilidad baja, media o alta, según la siguiente tabla.

**Tabla N°54:** Aplicación del Rango de índice de vulnerabilidad normalizado

Ítems	Vulnerabilidad	Rangos de Ivn
1	Baja	$0 < I_v \text{ normalizado} < 20$
2	Media	$20 \leq I_v \text{ normalizado} < 40$
3	Alta	$I_v \text{ normalizado} \geq 40$

Fuente: Quispe Norbert (2004)

**Tabla N°55:** Resumen de la Calificación del Índice de Vulnerabilidad propia y normalizada.

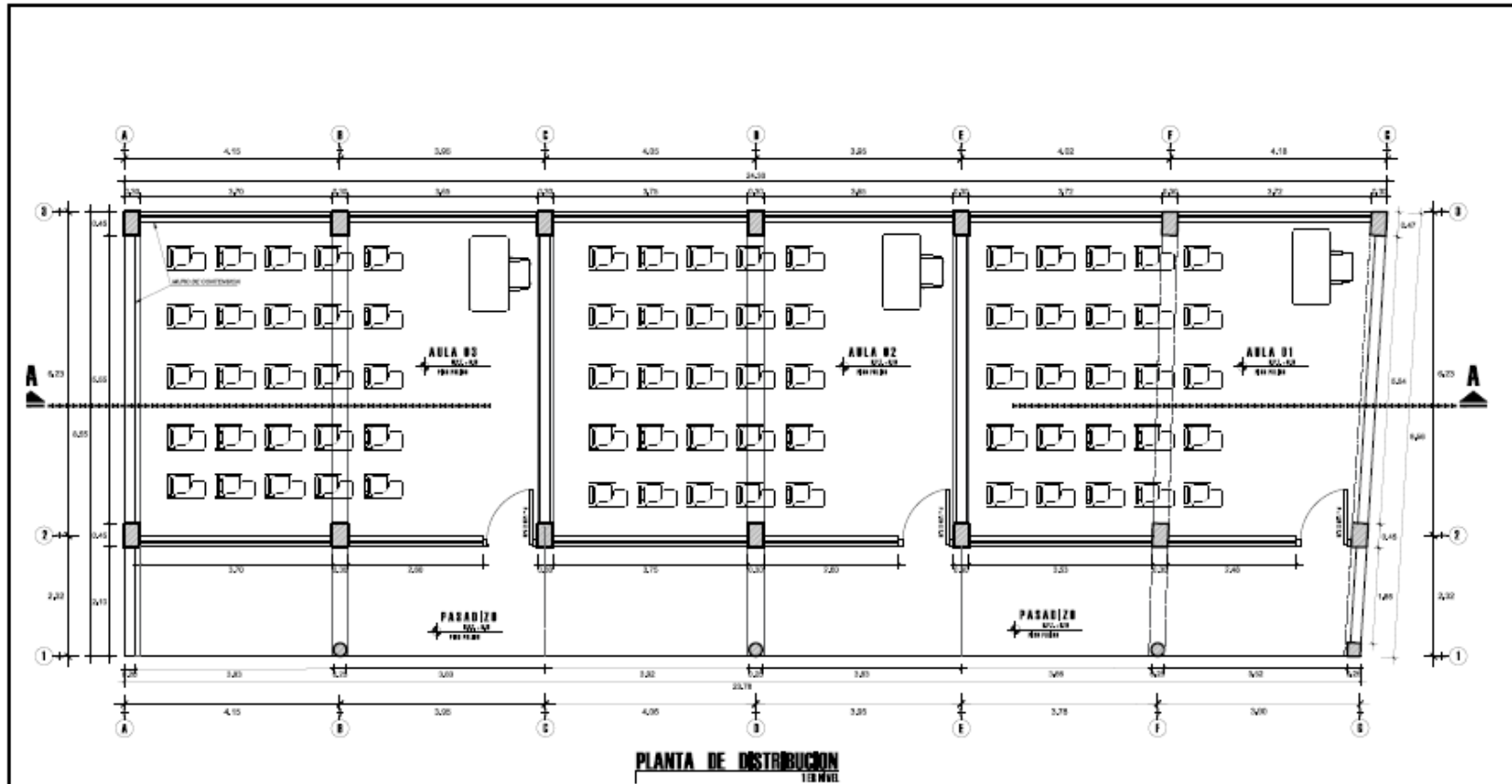
Descripción	Módulo "1"
Iv	44.12
Ivn	46.88
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>ALTA</b>

Fuente: Elaboración propia.



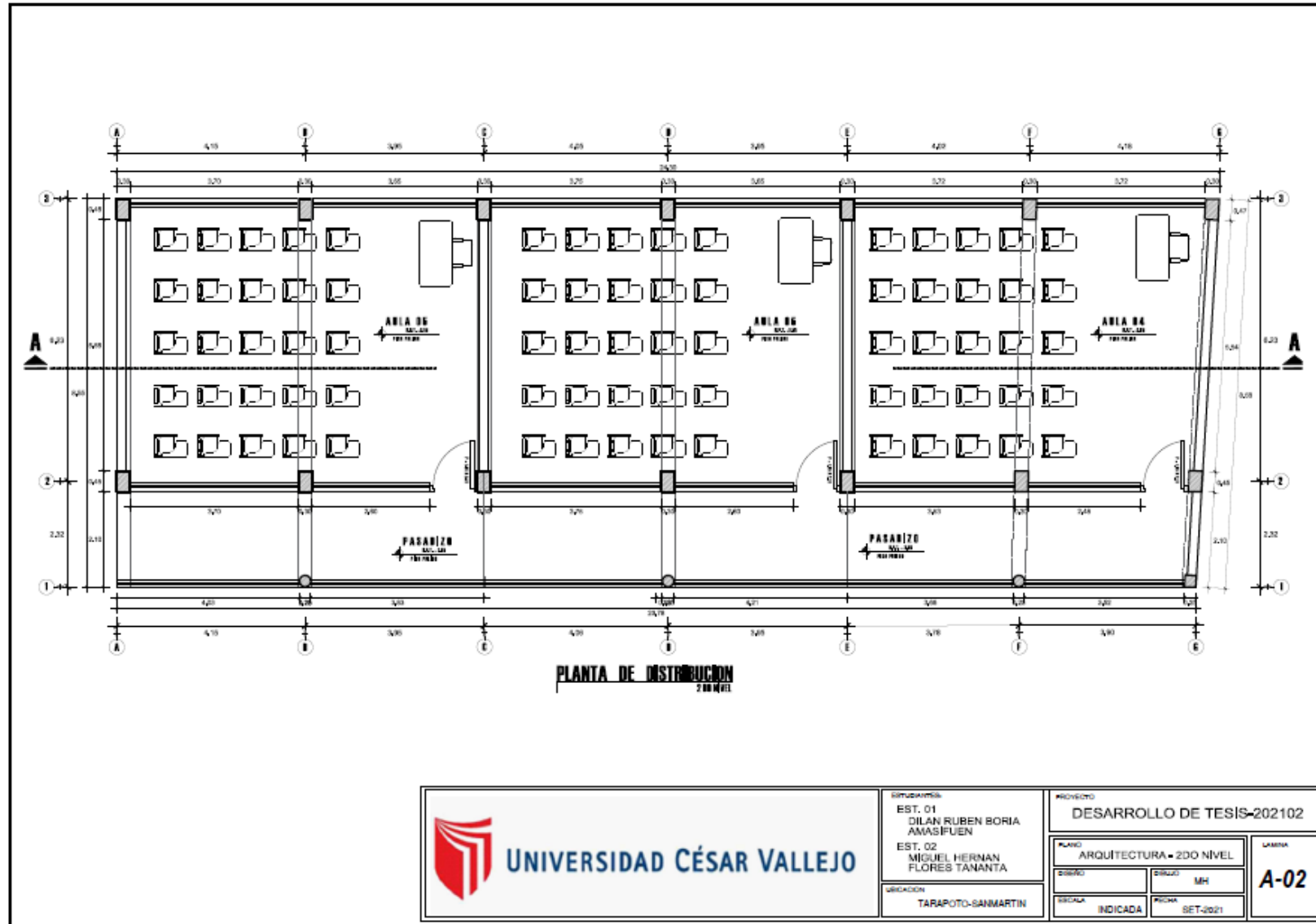
## ANEXOS 7: PLANOS

### PLANO N°01: PRIMER PISO



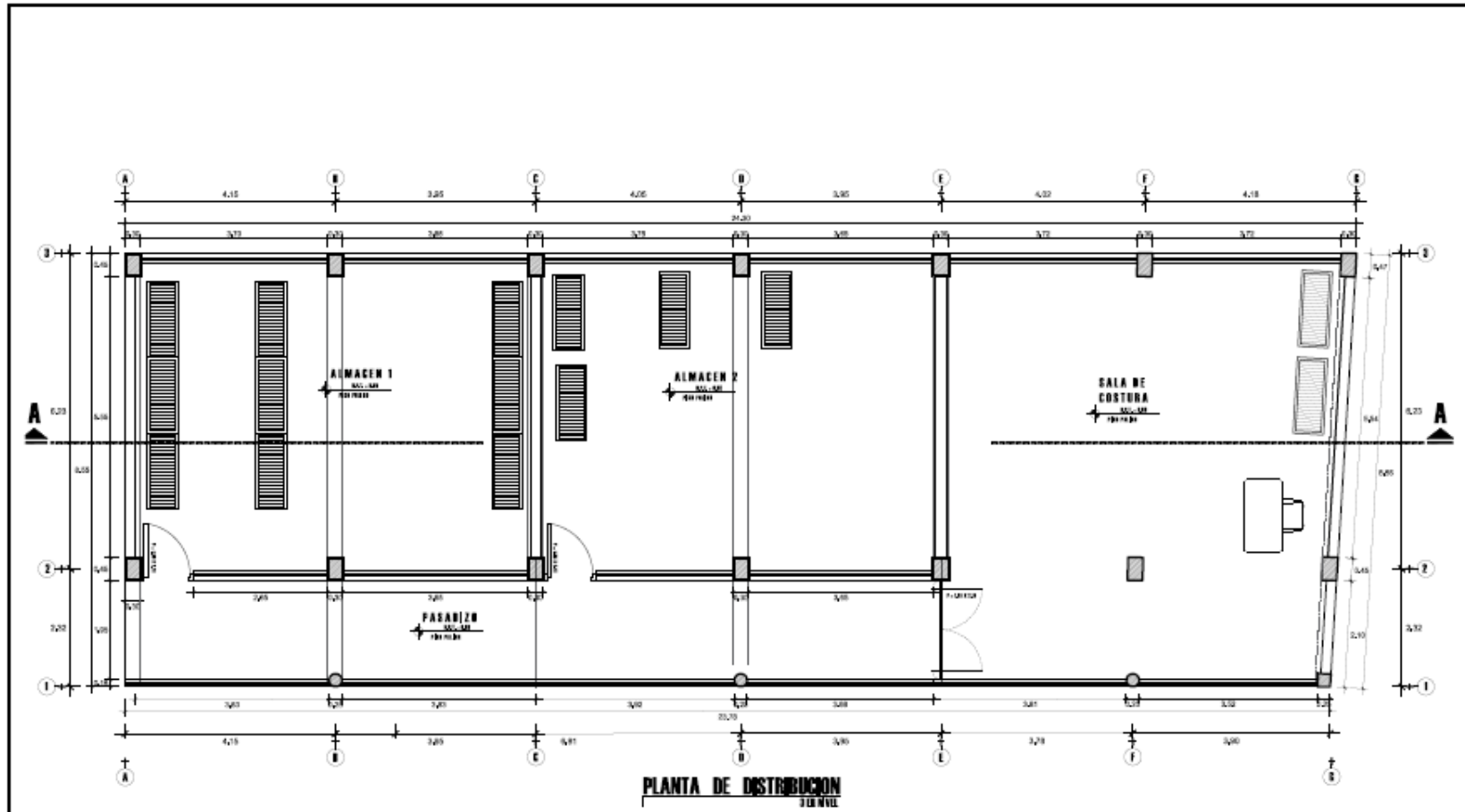
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	ESTUDIOS: EST. 01 DILAN RUBEN BORJA AMASIFUEN EST. 02 MIGUEL HERNAN FLORES TANANTA	PROYECTO DESARROLLO DE TESIS-202102	
	UBICACION: TARAPOTO-SANMARTIN	PLANO: ARQUITECTURA - 1ER NIVEL	LAMINA
		DISEÑO: MH	<b>A-01</b>
		ESCALA: INDICADA	

PLANO N°02: SEGUNDO PISO



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	SITUACION: EST. 01 DILAN RUBEN BORJA AMASIFUEN	PROYECTO: DESARROLLO DE TESIS-202102	
	EST. 02 MIGUEL HERNAN FLORES TANANTA	PLANO: ARQUITECTURA - 2DO NIVEL	LAMINA: <b>A-02</b>
	UBICACION: TARAPOTO-SANMARTIN	DISEÑO: MH	ESCALA: INDICADA
		FECHA: SET-2021	

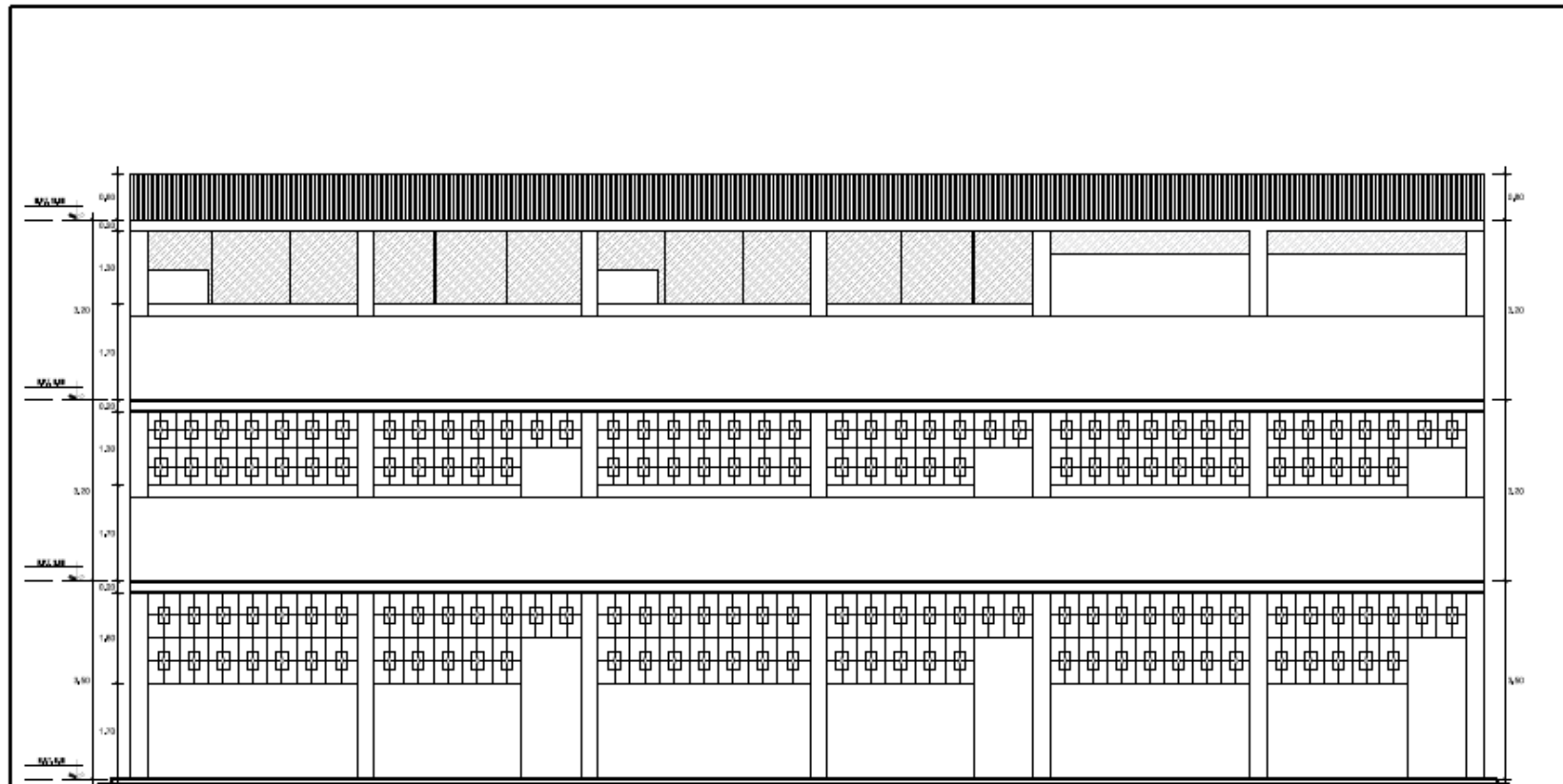
PLANO N°03: TERCER PISO



PLANTA DE DISTRIBUCION  
3ER NIVEL

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	ESPUSAMTES: EST. 01 DILAN RUBEN BORJA AMASIFUEN EST. 02 MIGUEL HERNAN FLORES TANANTA	PROYECTO: DESARROLLO DE TESIS-202102												
	UBICACION: TARAPOTO-SANMARTIN	<table border="1"> <tr> <td>PLANO:</td> <td>ARQUITECTURA - 3ER NIVEL</td> <td>LAMINA:</td> <td rowspan="2"><b>A-03</b></td> </tr> <tr> <td>DISEÑO:</td> <td>MH</td> <td>FECHA:</td> <td>SET-2021</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>INDICADA</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PLANO:	ARQUITECTURA - 3ER NIVEL	LAMINA:	<b>A-03</b>	DISEÑO:	MH	FECHA:	SET-2021	ESCALA:	INDICADA		
	PLANO:	ARQUITECTURA - 3ER NIVEL	LAMINA:	<b>A-03</b>										
DISEÑO:	MH	FECHA:	SET-2021											
ESCALA:	INDICADA													

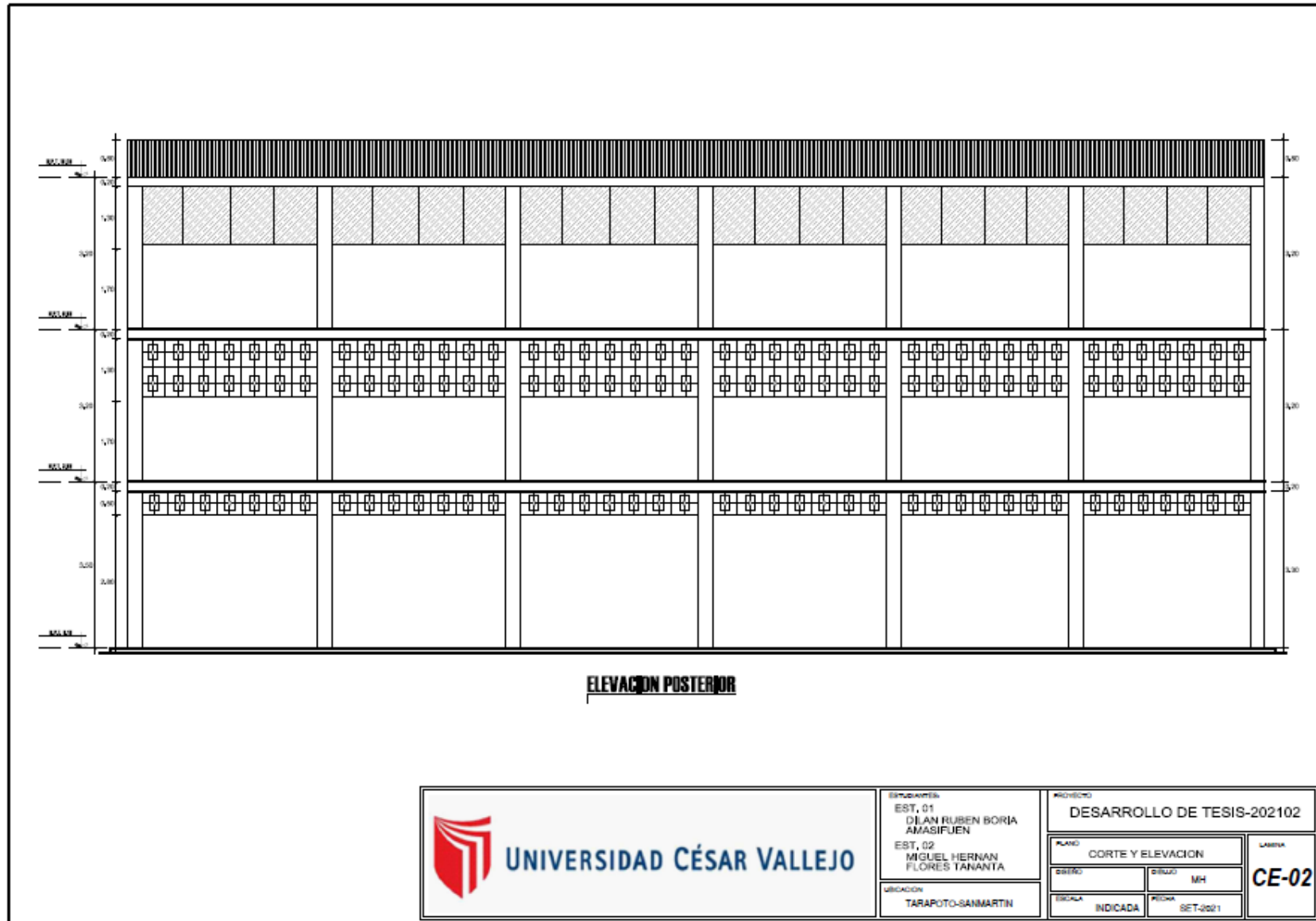
# PLANO N°04: ELEVACION FRONTAL



**ELEVACION FRONTAL**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	ESTUDIANTE: EST. 01 DILAN RUBEN BORJA AMASIFUEN EST. 02 MIGUEL HERNAN FLORES TANANTA	PROYECTO <b>DESARROLLO DE TESIS-202102</b>	
	UBICACION TARAPOTO-SANMARTIN	PLANO CORTE Y ELEVACION	LAMINA
		DISEÑO MH	<b>CE-01</b>
		ESCALA INDICADA	FECHA SET-2021

**PLANO N°05: ELEVACION POSTERIOR**



PLANO N°06: CORTE A-A

